Beiträge

zur

Vergleichenden Anatomie der Malvaceen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

von der

philosophischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

genehmigt und nebst den beigefügten Thesen öffentlich zu vertheidigen

am

23. Februar 1891.

Von

Georg Kuntze
aus Berlin.

Opponenten:

Dr. phil. A. Hamdorf.
Cand. phil. M. Ehlert.
Dd. phil. K. Schmidt.

CASSEL.
Druck von Gebrüder Gotthelft.
1891.

Separat-Abdruck
aus Bot. Centralblatt 1891
Bd. XLV.

Seinen theuren Eltern

in dankbarer Liebe.

Der Verfasser.

Das System der Pflanzenwelt, wie es uns in den systematischen Handbüchern entgegentritt, ist, wie Engler in dem grossen Werke: „Engler u. Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien", sagt: „nicht mehr, wie dies früher geschah, einem einzelnen Botaniker zuzuschreiben; das natürliche Pflanzensystem, was wir jetzt haben und haben werden, ist nicht mehr das Werk einzelner Meister wie Jussieu, De Candolle, Bartling, Endlicher, Brogniart, Alex. Braun u. a., es ist vielmehr ein gut fundamentirtes Gebäude, an dem zahlreiche Meister und Arbeiter von sehr verschiedener Begabung und Leistungsfähigkeit bald hier, bald da erweitert, umgestaltet, ausgebaut haben und es auch noch weiterhin thun werden".

In unserer Schwesterwissenschaft, der Zoologie, ist man bereits ein gut Stück weiter gekommen. Während hier bereits in der Aufstellung des Systems und überhaupt in der ganzen Betrachtungsweise des Thierreichs eine völlige Verbindung, ein inniges Ineinandergreifen von Morphologie, Anatomie, Physiologie und Fortpflanzungslehre stattgefunden hat, beobachtet der botanische Forscher bei Aufstellung seines Systems — wenigstens bei den höheren Pflanzen — nur die morphologischen und im Besonderen wieder blütenmorphologische Merkmale. In jüngerer Zeit hat sich nun das Bestreben geltend gemacht, auch tiefer in die Kenntniss des inneren Baues der Pflanzen einzudringen, auch hier eine Zusammenstellung nach den verschiedenen Gesichtspuncten vorzunehmen, entwicklungsgeschichtlich und vergleichend das gesammte Material durchzuarbeiten. Namhafte Forscher haben die Arbeit eines Lebens bereits daran gesetzt und nach vielen Richtungen hin die verschiedenartigsten Aufklärungen über bisher unbekannte und unerklärte oder falsch gedeutete Vorgänge gebracht. Ein eigenes System der Pflanzenwelt auf Grund etwa anatomischer oder anatomisch-physiologischer Unterschiede aufzustellen, ist jedoch um so schwieriger, als secundäre Veränderungen im Bau der Pflanze, Anpassung an Klima und Standort, häufig genug die anatomischen Verhältnisse eher beeinflussen, als den Bau von Blüthe und Frucht.

Ein ziemlich grosser Theil von Familien ist bereits in Rücksicht auf ihre anatomischen Verhältnisse untersucht worden; einen wirklichen Erfolg dieser Methode etwa für die systematische Gruppirung dürfen wir jedoch wohl erst dann erwarten, wenn diese Arbeit beendet oder doch so weit erledigt ist, dass eine einheitliche Zusammenstellung erfolgen kann. Einen kleinen Beitrag, einen einzelnen Baustein zu dem grossen Werke der Naturkenntniss und -Erkenntniss

zu liefern, ist der Zweck vorliegender Arbeit, die „Beiträge zur vergleichenden Anatomie der *Malvaceen* vom anatomisch-physiologischen Gesichtspuncte", soweit das Material dazu eben vorhanden war, behandelt.

Eine solche Arbeit ist um so dankbarer, je interessantere Formen die zu untersuchende Gruppe oder Familie aufweist, je mehr die anatomischen Merkmale und Eigenthümlichkeiten innerhalb der Gruppe selbst und besonders benachbarten oder — wenigstens systematisch — verwandten Gruppen gegenüber von dem allgemeinen Schema abweichen, und besondere Verhältnisse, seien dieselben nun als Familien-Charakter oder Anpassungs-Erscheinungen zu erklären, hervortreten. Eine derartige Verschiedenheit weist die Familie der *Malvaceen* nicht auf, es lässt sich für dieselbe ein Schema des anatomischen Baues aufstellen, von dem die einzelnen Gattungen und Arten mehr oder weniger abweichen.

Ueber die anatomischen Verhältnisse der *Malvaceen* ist bereits eine zusammenfassende Arbeit erschienen: „Recherches sur l'anatomie comparée des *Malvacées*, *Bombacées*, *Tiliacées*, *Sterculiacées* par *M.* A. Dumont" in den Annales des Sciences Naturelles, Série VII, Tome VI (1887). Der Verfasser legt in einer Einleitung die Gründe dar, die ihn zu dieser Arbeit bestimmt haben, und gibt sodann die Gesichtspuncte an, die ihn bei der Untersuchung geleitet haben, als deren wesentlichster die Frage auftritt: les groupes secondaires, tribus et sous tribus, que l'anatomie peut créer, différent-ils des groupes morphologiques? — In einer historischen Einleitung gibt der Verfasser eine Zusammenstellung der bisher erschienenen Abhandlungen über einzelne Fragen des Gebiets, auf die ich hiermit verweise. Die Abhandlung selbst ist derartig eingetheilt, dass die einzelnen Gattungen nach ihrer systematischen Gruppirung der Reihe nach durchuntersucht und besprochen sind, und dann am Schlusse einer jeden Untergruppe eine Zusammenstellung der erhaltenen Resultate gegeben ist, eine Arbeit, die jedoch nur auf den Stamm — der noch dazu eine ganz ausserordentliche Gleichmässigkeit, wenigstens innerhalb der Grenzen der Unterabtheilungen zeigt — sowie den Blattstiel mit der nöthigen Sorgfalt und Genauigkeit durchgeführt ist, für die Blätter jedoch, die überhaupt nur ganz nebensächlich behandelt sind, ist die Untersuchung durchaus keine erschöpfende. Von den so interessanten Verhältnissen im Bau des Mittelnerven bei einem grossen Theil der Familie sagt der Verfasser z. B. überhaupt nichts. Derselbe gibt dann an, „die Spaltöffnungen befinden sich auf der Epidermis der Unterseite der Blätter; ausgenommen: die Epidermis der Oberseite trägt einige bei den *Malopeen*, deren Pallisadengewebe lufthaltig ist", während in Wirklichkeit bei fast sämmtlichen *Malveen*, den *Hibisceen* mit nur sehr seltenen Ausnahmen, Spaltöffnungen auf beiden Seiten vorkommen; allerdings finden sich dieselben nur unten bei den *Ureneen* und *Bombaceen*. Ich werde mich darauf beschränken, das Hauptsächlichste in Meinungsverschiedenheiten zwischen Herrn Dumont und mir im Text selbst kurz zu berühren.

Ich gebe in dieser Abhandlung zunächst ein allgemeines Bild, gleichsam ein Schema, wie es dem Bau der gesammten Familie zu Grunde liegt, um dann im speciellen Theil, den ich nach der in Haberlandt's „Physiologischer Pflanzenanatomie" gegebenen Eintheilung anzuordnen gedenke, die in verschiedener Weise getroffenen Abänderungen im anatomischen Bau vom physiologisch-anatomischen Standpunct aus zu beleuchten. Ich beschränke mich hier auf die Familie der *Malvaceen*, wie sie von Bentham und Hooker gefasst wird, mit den Unterabtheilungen der *Malveae*, *Ureneae*, *Hibisceae*, *Bombaceae*.

Allgemeines.

Der Stengel der *Malvaceen* ist im Allgemeinen, sei er nun krautig oder holzig, mehr oder minder dicht behaart, eine Regel, von der die *Bombaceen* allerdings eine Ausnahme machen. Es finden sich die verschiedensten Arten von Haaren, kleinere einzellige, breite mehrzellige und hohe vielzellige Drüsen- resp. Köpfchenhaare in allen möglichen Formen und Uebergängen; starre Borsten, deren Fuss in die Epidermis eingesenkt oder auch auf papillenartigen Erhebungen, vor Allem aber Sternhaare, kleinere und grössere, schon von Weiss als „Büschelhaare" als charakteristisch für die Familie angegeben; der Fusstheil ist im Allgemeinen mit viel Poren besetzt. Dazu kommen noch bei einigen Arten Spreuschuppen oder Schuppenhaare, wirkliche Stacheln, gekammerte Sternhaare, auch Büschelhaare auf verzweigten Papillen, doch sind diese selten, nur auf bestimmte Arten beschränkt. Der Stengel wird von einer meist ziemlich dünnwandigen Epidermis umgeben, die jedoch — auch wieder bei den *Bombaceen* — dickwandig werden kann und unter der sich häufig Kork entwickelt. Mitunter entstehen auch in diesem Periderm abwechselnd dünn- und dickwandige Schichten, bei den letzteren ist dann besonders die Innenwand der Zellen stark verdickt und mit ziemlich viel Poren versehen. Sklerenchymartige Elemente, typische Steinzellen, ja ganze Nester derselben finden sich bei der Abtheilung der *Bombaceen* häufig in der äusseren Rinde. Die Dicke der gesammten Rinde ist verschieden; während sie bei den *Bombaceen* den grössten Theil des Querschnitts einnimmt, findet sie sich bei den Uebrigen in allen möglichen Abstufungen bis zu einem schmalen Streifen von nur wenigen Zellreihen. Ein Collenchymring darunter ist die Regel. Derselbe ist mehr oder minder stark, vor den breiteren Markstrahlen fehlt er mitunter, so dass hier die äussere Rinde mit den Markstrahlen, also auch mit dem Mark, in unmittelbarer Verbindung steht. Bei allen findet sich dann in der sekundären Rinde Bast, häufig in sehr bedeutender Menge, als lokaler Schutz für die Siebröhren. Die Mächtigkeit aber, in welcher derselbe oft auftritt, sein Zusammentreten zu einem völligen Ringe, die Verbindung der einzelnen Abtheilungen und Bündel durch sklerotische Elemente, machen auch diesen Bast, der ursprünglich nur lokalmechanische

Bedeutung hatte für das zarte Leptom, zu einem nicht unwesentlichen Faktor der Festigkeit für die gesammte Pflanze. In der Rinde, häufig bis in die Region des Bastes hinein, finden sich dann Schleimzellen oder Schleimgänge, deren Vorkommen und Häufigkeit sich jedoch mit Alter und Wachsthum ändert; dieselben schleimhaltigen Elemente finden sich dann im Mark wieder, das mitunter völlig verschleimen kann. Im Collenchym und ausserhalb desselben ist Schleim nur selten vorhanden. Krystalleinschlüsse, und zwar meist Drusen, Einzelkrystalle seltener, finden sich in der Rinde mehr oder weniger häufig. Seltener kommen dieselben, ebenso wie Stärkekörner, im Mark und in den Markstrahlen vor. In der Epidermis des Stengels finden sich nie Krystalleinschlüsse.

Das Holz ist sehr verschieden, besonders hinsichtlich des Vorwaltens der stärkeren oder schwächeren Elemente. Während bei *Hoheria*, einigen *Malvastrum*- und *Plagianthus*-Arten die starkwandigen Zellen bei Weitem überwiegen, ist der Holzkörper bei einem grossen Theil der krautartigen Vertreter der Familie und besonders bei fast allen *Bombaceen* schwach, mit vielen und grossen Gefässen versehen. Die festeren Elemente des Holzes finden sich besonders aussen an der Rinde und innen am Mark.

Der Blattstiel ist im Allgemeinen noch viel dichter mit Haaren bedeckt, als der Stamm. Die Bündel sind in demselben meist so vertheilt, dass ein grösseres mit einem kleineren, interkalaren abwechselt, oder doch ein paar grössere und dazwischen kleinere vorhanden sind; die Zahl derselben ist schwankend. Bei einem Theil der Vertreter unserer Familie sind die Bündel des Blattstiels mit einander verwachsen und bilden einen ununterbrochenen Holzring, der jedoch schmal bleibt und ein Mark einschliesst, das ihn an Mächtigkeit meist übertrifft. Bei *Durio* und einigen andern *Bombaceen* ist der Blattstiel weniger einfach gebaut.

Unter der verschieden ausgebildeten Epidermis liegt in dem Blattstiele stets ein assimilirendes Gewebe, das bis auf eine einzige Zellreihe reduzirt sein kann, dann folgt ausnahmslos ein Collenchymring, der das gesammte Innere abschliesst. Krystalleinschlüsse, Schleimzellen- und Taschen, sowie Stärkekörner kommen in sehr wechselnder Gestalt und Grösse vor.

Am deutlichsten prägt sich, wie bei vielen andern, auch bei der Familie der *Malvaceen* der Charakter der Anpassung in der Ausbildung der Laubblätter aus. Dieselben sind dorsiventral gebaut und besitzen nur auf ihrer Oberseite Pallisaden. Die Wände der Epidermiszellen auf der Oberseite quellen fast ausnahmslos bei Wasserzusatz stark an; diejenigen der Unterseite meist weniger. Es befinden sich dann gewöhnlich jederseits noch einzelne Zellen, die ein besonderes Quellungsvermögen besitzen, die von vorn herein als Quellungszellen oder schleimhaltige Elemente, vornehmlich von der Fläche gesehen, ins Auge fallen. Eine mehrschichtige Epidermis als typisches Wassergewebe findet sich nur in sehr seltenen Fällen; häufig kommt jedoch eine Theilung der Epidermiszellen der Oberseite in eine obere und untere Zelle vor, von denen die letztere dann besonders quellungsfähig ist. Die

Cuticula ist meist dünn; derber wird sie vornehmlich bei den *Bombaceen* und ist bei diesen noch mit Wachs überzogen. Häufig ist die Cuticula mit den bekannten kleinen Faltungen versehen, welche besonders stark sind auf den Nebenzellen der Spaltöffnungen, den die Grube eines eingesenkten Köpfchenhaares oder eine besonders stark quellende Epidermiszelle umgebenden Elementen, also da, wo sich ein Loch oder doch eine dünne Stelle in der Epidermis befindet. Im Allgemeinen sind auf der Blattfläche auch Haare vorhanden, wieder dieselben Formen, wie wir sie am Stamm vorfanden. Gänzlich fehlen Haargebilde auf der Spreite und — was noch seltener ist — auch auf den Nerven bei *Althaea hirsuta* L., *Hoheria populnea* A. Cunn. und mehreren *Bombaceen*. Im Allgemeinen ist die Behaarung unten dichter als oben; damit steht augenscheinlich auch das Vorkommen von Spaltöffnungen in Zusammenhang. Bei den *Ureneen* und *Bombaceen* fehlen Spaltöffnungen oben gänzlich; bei den übrigen *Malvaceen* können wir mit Sicherheit darauf rechnen, dass wir, wenn das Blatt oben dicht behaart ist, auch oben Spaltöffnungen finden. Der Hauptnerv ist häufig complizirt gebaut und wird im besonderen Theil noch ausführlich besprochen werden, die kleineren Nerven sind mit wenigen Ausnahmen durchgehend I-förmig. Die Verbindung zwischen dem Mestom und der Oberhaut wird durch Nervenparenchym hergestellt. Ein Bastbelag um die Bündel ist nicht constant, doch finden wir besonders bei den *Bombaceen* auch I-förmige Bastträger, — diese sind dann ausnahmslos in eine Parenchymscheide eingeschlossen. Schleimbehälter im Mesophyll sind nicht constant. Krystalleinschlüsse finden sich sehr häufig unter der Epidermis — vornehmlich der Oberseite — und fast ausnahmslos in Begleitung der Nerven in der Nähe des Bastes; auf dem Mittelnerv besonders in unmittelbarer Umgebung des Phloëms. Das Vorkommen von Stärke ist nicht an besondere Gewebe oder Organe gebunden.

1. Epidermis.

Bau und Function.

Den Functionen, welche wir der Epidermis zuschreiben müssen, Schutz gegen Verdunstung und mechanische Einflüsse von aussen, sowie ihrer Aufgabe als Wassergewebe, wird dieselbe bei der Familie der *Malvaceen* in verschiedener Weise gerecht.

Am Blattstiel und Stengel ist die Epidermis im Allgemeinen vollkommen gleich, so dass es genügt, hier nur auf letzteren einzugehen. Die Epidermis der *Malvaceen*-Stengel besteht fast ausnahmslos aus rechteckigen Zellen. Eine besondere Differenzirung lässt sich an derselben nicht wahrnehmen. Es ist, wie gewöhnlich, die Tendenz vorhanden, die Aussenwände stärker, die anderen, oder doch wenigstens die Radialwände des Turgorspiels wegen nur schwach auszubilden. Greifen wir hier einmal je ein paar Beispiele heraus, welche die verschiedenen Uebergänge ersichtlich machen. Bei den meisten *Althaea*-Arten ist eine Verdickung der Aussenwand noch gar nicht nachweisbar — sämmtliche Wände

der Epidermis sind gleich zart; auch die Cuticula ist nur dünn. Bei *Malvastrum purpuratum* Lindl. ist bereits eine, wenn auch nur geringe Verdickung der Aussenwand zu beobachten; weiter schon geht dieselbe bei *Lavatera arborea* L., wo die Epidermis aus ungefähr isodiametrischen Zellen gebildet ist, deren äussere Wand schon bedeutend dicker ist, als die übrigen. Die Cuticula ist hier deutlich und ziemlich dick. *Malva silvestris* L. weicht insofern ab, als hier die Aussen- und Innenwand derbwandig sind, während die Radialwände zart bleiben; die Cuticula ist hier ebenfalls derb und glatt. Bei denjenigen Vertretern der Familie, die baum- oder strauchartig werden, deren Stamm also stark in die Dicke wächst, und bei denen daher die Epidermis gesprengt und abgeschürft wird, ist sie, wo sie noch vorhanden, aussen stark, die andern Wände zart, wie z. B. bei *Paschira aquatica*; hier wölbt sich dann in der Mitte jede Zelle nach aussen etwas vor, so dass dadurch in regelmässiger Abwechslung Berg und Thal entsteht, ersterer über dem Lumen, letzteres über den Wandungen. Hier sind auch die Radialwände nicht gleichmässig dünn, sondern die Wand nimmt von oben nach unten resp. von aussen nach innen bedeutend ab. Bei *Skleronema Spruceanum* Bth. ist die über den Zellen mit dieser Art der Wandverdickung befindliche Cuticula unter dem Mikroskop stark weissglänzend; eine ebensolche Epidermis findet sich, wie bei den meisten *Bombaceen*, bei *Bombax pubescens*, wo sie noch erhalten ist, wenn auch theilweise zerrissen oder abgeblättert, nachdem schon eine beträchtliche Lage Kork, über 40 Zellagen, gebildet ist. Einen interessanten Fall finden wir bei *Hibiscus splendens*, dessen Epidermis einschichtig ist und aus kleinen, zartwandigen Zellen mit etwas stärkerer Aussenwand besteht. Der Stamm ist mit Haaren bedeckt, zwischen denen vereinzelt besonders starke Borsten stehen. Die Haare finden sich häufig zu mehreren bei einander, besitzen aber nicht einen gemeinsamen Fuss. An den Stellen, wo diese Borsten der Epidermis eingefügt sind, wird dieselbe typisch zweischichtig, und der Fuss der Haare geht bis in die zweite Schicht hinein — ein Verhalten, das besonders leicht auf Längsschnitten zu beobachten ist.

Einen Ueberzug von Wachs oder sonst irgend ein Sekret habe ich auf der Epidermis des Stammes niemals wahrgenommen.

Interessantere Verhältnisse bieten sich uns bei der Betrachtung der Epidermis der Laubblätter unserer Familie. Dieselbe ist bis auf wenige Ausnahmefälle — bei den von mir untersuchten 111 Arten nur 3 — einschichig, und wohl bei allen quellungsfähig, wenngleich es mir in einigen Fällen nicht möglich gewesen ist, eine deutliche Quellung zu beobachten. Da die Quellung hier nur in der Epidermis vorkommt, will ich die von Haberlandt in einem besonderen Kapitel „Quellungsgewebe“ behandelte Erscheinung gleich hier besprechen.

Zunächst betrachten wir das Gewebe der Epidermis in Bezug auf seine mechanische Festigkeit. Auf dem Querschnitt sind die Zellen alle gleich zart, eine besondere Einrichtung, die auf Festigkeit berechnet wäre, lässt sich an denselben hier nicht nach-

weisen. Es dient dazu offenbar die Verzahnung resp. Wellung der Epidermiszellen, welche man von der Fläche aus leicht wahrnehmen kann. Haberlandt sagt hierüber: „An den Blättern der Dicotylen beschränkt sich die Faltung und Wellung der Seitenwandungen fast ausnahmslos auf die Epidermis der Unterseite. Wie wir in einem späteren Abschnitt sehen werden, treten die Spaltöffnungen der Epidermis meistens auf der Blattunterseite auf, und dass solche Lücken im Zusammenhang der Zellen die Festigkeit der Epidermis beeinträchtigen müssen, liegt auf der Hand. Sollte vielleicht die durch die Spaltöffnungen bedingte Verringerung der Festigkeit durch die gegenseitige Verzahnung der Epidermiszellen wieder gehoben werden? Vergleichende Beobachtungen müssten hierüber bald entscheidenden Aufschluss gewähren."

Hierzu muss ich bemerken, dass bei der Familie der *Malvaceen* Spaltöffnungen ebenso häufig auf beiden Seiten des Blattes als nur unten vorkommen, wenngleich sie dann in vielen Fällen der Zahl nach oben nicht ganz so häufig auftreten. Es gibt nun Fälle, in denen oben und unten die Spaltöffnungen etwa gleich häufig und die Radialwände der Epidermiszellen oben geradlinig, unten gewellt sind, — der umgekehrte Fall: unten eckige, oben gewellte Epidermis kommt nie vor nach meinen Beobachtungen. Es wird doch dann die Festigkeit der Epidermis der Oberseite ebenso verringert, als unten und nur an einer finden wir diese Einrichtung. Sollte etwa die Epidermis der Oberseite dieser Festigkeit weniger bedürfen?

Es finden sich auch auf der Oberseite und der Unterseite alle Uebergänge von Epidermiszellen mit geraden Rändern zu solchen mit gewellten. Ich nehme hier die Begriffe gerade und gewellt nicht von der extremsten Seite, aber doch so, dass eine Verwechselung zwischen beiden nicht mehr vorkommen kann. Bei *Eriodendron anfractuosum* D. C. kommt eine besondere Festigkeit dadurch zu Stande, dass sich die Epidermiszellen der Unterseite prosenchymatisch in einander schieben.

Ich lasse hier eine Art Schema für die Ausbildung der Epidermiswandungen mit Rücksicht auf das Vorkommen von Spaltöffnungen folgen:

1. Epidermiszellen der Oberseite polygonal, der Unterseite gewellt, Spaltöffnungen beiderseits:

Althaea rosea Cav., recht typisch; *Abutilon muticum* Don., *longicuspe* Hochst., *divaricatum*, *Darvini*, *Thompsonii*, *indicum* Don., die Wellung auf der Unterseite mässig: *Sidalcea neomexicana*, unten schon Uebergang von gewellten zu eckigen Epidermiszellen; *Wissadula austrata*, die Zellen der Oberseite etwas abgerundet; *Sida rhombifolia*, die Zellen unten nur schwach gewellt; *Malva alcea* L., oben wenig, unten stark gewellt.

Epidermiszellen ebenso, Spaltöffnungen nur unten:

Abutilon inaequale, *Malachra radiata* L, *Pavonia intermedia*; die Unterseite nur wenig gewellt: *Bombax erianthos* K. Sch.

2. Epidermiszellen beiderseits gewellt; Spaltöffnungen beiderseits:

Malva silvestris L., *capensis* Cav., *Sida acuta* Burm., *Sphaeralcea umbellata*; oben mässig, unten stark gewellt: *Kydia calycina* Roxb.; oben wenig, unten mässig gewellt: *Hibiscus tiliaceus* L., *diversifolius*, Jacq.

do. Spaltöffnungen nur unten:

Sida paeoniflora, *Malvaviscus Drummondii*, *Malvaviscus* spec. *Hibiscus cannabinus* L., *gravaefolius*, *Thespesia populnea* Corr.

3. Epidermiszellen beiderseits polygonal; Spaltöffnungen beiderseits.

Hibiscus liliiflorus Cav., *moscheutos* L., *micranthela* Cav., *Malope stipulacea* Cav., bei den drei letzteren oben und unten Spaltöffnungen gleich zahlreich; *Gossypium herbaceum* L., *Senra incana* Cav., *Kosteletzkia pentasperma* Griseb.

do. Spaltöffnungen nur unten:

Pavonia monatherica Cas., *Gossypium drynaricides*, *Adansonia digitata* L., *Paschira aquatica*, *Carolinea alba* Lodd., *Bombax crenulatum* K. Sch., *Hoheria populnea* A. Cunn., *Scleronema spruceanum* Bth., *Eriodendron anfractuosum* D. C., *Ceiba Riviera* K. Sch. und *erianthos* K. Sch., *Chorisia insignis* Kth. und *asperifolia* St. Hil., alle *Quararibeen*, *Durio zibethinus* L.

Schon diese kleine Tabelle giebt den immerhin interessanten Aufschluss, dass die von Haberlandt aufgeworfene Frage nach dem Zusammenhang des Vorkommens von Spaltöffnungen und Wellung der Epidermis in dieser Form — wenigstens für die Familie der *Malvaceen* — einfach zu verneinen ist.

Die Fähigkeit der Epidermis, als Wassergewebe zu dienen, wird bei den drei Vertretern mit mehrschichtiger Epidermis durch die unteren Schichten vergrössert. Wir finden bei diesen oben keine Spaltöffnungen. Bei *Gossypium drynarioides* zeigt die zweite Schicht einfach die Zartwandigkeit eines typischen Wassergewebes; ähnlich ist es bei *Bombax pubescens*, wo die Epidermis theilweise auch dreischichtig ist, und zwar auf beiden Seiten. Die äusserste Schicht hat hier eine dicke Aussenwand, über der sich eine starke Cuticula abhebt, die selbst noch mit einem Wachsüberzug versehen ist — ein guter Schutz gegen zu starke Transpiration.

Während die Epidermis der Oberseite eine glatte Fläche bildet, springen die Aussenwände der Epidermiszellen der Unterseite und mit ihnen die Cuticula abwechselnd vor und ein, so dass dadurch eine wellige Oberfläche zu Stande kommt. Ganz ausserordentlich dick ist die Epidermis, ebenfalls mit diesen Wellungen versehen, auf der Unterseite der grösseren Nerven, besonders also der Mittelnerven, wie dies bei diesen Blättern immer die Stelle ist, an der die Epidermis die stärkste Festigung zeigt. Bei *Durio zibethinus* L. ist die Epidermis der Oberseite dreischichtig, die der Unterseite einschichtig, hier ist dann der Schutz und die Abschliessung nach aussen auf anderem Wege erreicht, nämlich durch einen äusserst dichten Ueberzug von schildförmigen Schuppenhaaren, welcher der Unterseite ein glänzendes Aussehen giebt.

Im Allgemeinen wird in unserer Familie die Aufgabe der Wasserspeicherung dadurch besorgt, dass die Wände der Epidermis stark quellungsfähig sind, also selbst eine bedeutende Menge Wasser aufzunehmen vermögen. Bei den besonders stark quellenden Blättern, z. B. bei *Adansonia digitata* L. oder *Althaea Ludwigii* L. vergrössert sich die einzelne Zelle unter dem Mikroskop bei Wasserzusatz um das 20-fache ihrer Höhe, — ihrer Ausdehnung in die Breite ist ja durch die nebenstehenden Zellen ein Ziel gesetzt. Im Allgemeinen quillt die Epidermis der Oberseite stärker, als die der Unterseite, häufig ist bei der letzteren auch gar keine Quellung bemerkbar. Bei vielen quellen auch die Spaltöffnungen und ihre Nebenzellen etwas, z. B. bei *Adansonia* L. Bei dem sehr zarten Blatt von *Hibiscus micranthela* Cav. ist die gequollene Epidermis jeder Seite stärker, als das grüne Gewebe; hier quellen die Spaltöffnungen und ihre Nebenzellen nicht, so dass sie auf dem Querschnitt nur etwa den achten Theil so gross sind, als die gewöhnlichen Epidermiszellen; ein ähnliches Verhältniss finden wir bei *Bombax erianthos* K. Sch., wo die Schliesszellen etwa ein Viertel so gross sind, als die anderen. Ich habe stets nur eine Quellung der inneren Wandung der Epidermiszellen beobachtet, die häufig so stark ist, dass das Lumen der Zelle fast völlig verschwindet. Das Bild ist häufig so, als sei die Epidermis zweischichtig, aussen eine schmale Lage, innen eine dicke, breitere, während in Wirklichkeit die scheinbar obere Lage das Lumen, die scheinbar untere Lage die stark gequollene Innenwand der einen Epidermiszellenschicht ist.

Es kommt nun jedoch auch häufig der Fall vor, dass die Epidermiszelle sich wirklich durch eine Tangentialwand theilt und dass dann die innere Wand des unteren Theils besonders quillt. Man kann dies jedoch nicht eine eigentlich mehrschichtige Epidermis nennen, da stets nur einige Zellen sich so theilen, oder doch wenigstens stets einige ungetheilte Zellen zwischen mehreren getheilten vorhanden sind, häufig so bei *Chorisia asperifolia* St. Hil. und *Quararibea floribundus* K. Sch. Hier quillt auch nicht die gesammte Epidermis gleichmässig, sondern inselartig quellen einzelne Theile besonders stark, während an den übrigen Stellen die Quellung nur gering ist. Fast gar nicht quillt die Epidermis bei *Abutilon muticum* Don, sowie *Ochroma lagopus* Sw., stark dagegen das ganze Gewebe des Blattes bei *Plagianthus discolor* Aschs. und *Hibiscus diversifolius* Jacq., bei denen auch im Innern noch viele schleimhaltige und daher auch quellende Elemente vorhanden sind.

Im Allgemeinen zeichnen sich einzelne Zellen, hauptsächlich der Oberseite, durch besondere Quellungsfähigkeit aus; dieselben sind dann meist auch von der Fläche als besonders schleimhaltige resp. quellungsfähige Elemente zu erkennen. Auf dem Querschnitt ist das Bild derselben folgendes: Diese Zellen quellen stark an, und da alle Wände etwa gleichmässig betheiligt sind, wölbt sich die Zelle nach unten kreisförmig vor, indem sie das Pallisadengewebe hier zurückdrängt; die daneben liegenden Epidermiszellen weichen unten auseinander, schieben sich aber mit ihrem oberen

Theile spitz, der Kreisform der darunter liegenden grossen Zelle angemessen, zusammen, so dass die grosse mitunter kaum noch als wirkliche Epidermiszelle gelten kann. Man könnte auch annehmen, dass sich hier von unten her eine grössere Zelle zwischen die Epidermiszellen eingedrängt habe. Da es jedoch in dieser Familie vorzugsweise die Epidermis ist, welche eine derartige Quellungsfähigkeit besitzt, andererseits auch das Flächenbild und verschiedene Uebergänge von gewöhnlichen Epidermiszellen zu diesen grossen einen guten Anhaltspunkt geben, müssen wir diese grossen, stark quellenden Zellen als Epidermiszellen betrachten. Von der Fläche bieten diese Zellen folgendes Bild: Gleichgültig, ob die Epidermis gewellt ist oder nicht, es finden sich zerstreut in derselben einzelne Zellcomplexe von 8 bis 12 Zellen, die offenbar zusammen gehören und nicht gewellt sind, wenigstens nicht an den Wandungen, mit denen sie aneinander stossen. Dieselben liegen so, dass sie sich strahlenförmig um einen Mittelpunkt anordnen, in der Mitte jedoch nicht dicht zusammenstossen, sondern einen Raum zwischen sich lassen, der etwa halb so gross ist als jede der Zellen. Die Endigung der angrenzenden, im Kreise darum gestellten Zellen nach dieser Stelle hin ist nicht einfach, jede einzelne Zelle ist mehrmals ausgezackt, mit kleineren und grösseren Vorsprüngen. Die Cuticula zeigt auf allen diesen angrenzenden Zellen ziemlich starke Faltungen, die nach dem Mittelpunkt hin gerichtet sind, selbst wenn sie sonst derselben völlig entbehrt. Der Raum zwischen diesen radiär gestellten Zellen selbst wird nun von einer stark lichtbrechenden, weissglänzenden Zelle eingenommen, welche unten breiter wird, das ist eine solche stark gequollene Epidermiszelle. Dieser Kreis ist nun entweder gleich lichtbrechend und dann quellen alle Wandungen etwa gleichmässig, oder es ist der äussere Theil stärker lichtbrechend, dann quellen die Seitenwandungen nur mässig (Fig. 4). Das Flächenbild ähnelt sehr demjenigen, das Tschirch von einer Oeldrüse des Blattes von *Mentha piperita* giebt, nur dass bei diesem die Drüse im Innern des Blattes liegt, die radial gestellten Zellen daher in der Mitte wirklich zusammenstossen*). Im Innern bemerkt man häufig als besonderes Charakteristicum einer stark gequollenen Zelle, dass das Lumen klein, unregelmässig sternartig ausgezackt ist; auch kommen hin und wieder grünliche oder gelbe, kugelförmige Körper vor, wohl Oeltropfen, grünliche besonders häufig bei *Kydia calycina* Roxb., gelbe bei *Goethea coccinea* Schr. Gewöhnlich ist das Vorkommen dieser grossen Schleimzellen z. B. bei *Althaea rosea* Cav., *Pavonia monatherica* Cas., mehreren *Malvaviscus*-Arten und sämmtlichen *Hibisceen*, bei denen meist die Seitenwände nur wenig quellen, während bei *Adansonia* alle Wände gleichmässig quellbar sind. Diese Quellung besonderer Zellen habe ich jedoch nur auf der Oberseite nachweisen können. Auf der Unterseite sind wohl auch einzelne Zellen stärker quellbar

---

* Tschirch: Angewandte Pflanzenanatomie. Berlin 1889. Abbildung Seite 463.

und in gequollenem Zustande daher grösser, als die andern, aber dieselben sind, von der Fläche gesehen, nicht anders geformt, als die übrigen Epidermiszellen. Häufig finden sich auf der Unterseite solche Schleimzellen, die auch auf dem Querschnitt die typische Form der gewöhnlichen Epidermiszellen besitzen, sich also nur durch ihren Inhalt — äusserlich durch das stärkere Lichtbrechungsvermögen — von den übrigen unterscheiden. Verschiedene Uebergangsformen lassen sich auf der Oberseite leicht nachweisen. Besonders deutliche, typische Schleimzellen der Unterseite finden wir bei *Abutilon inaequale*, *Hibiscus liliiflorus* Cav., *Malope stipulacea* Cav. und *Bombax erianthos* K. Sch.

Die Epidermis trägt nur selten deutliche Poren in unserer Familie; besonders bei *Althaea rosea* Cav. sind, von der Fläche gesehen, die Seitenwandungen der Epidermiszellen unter den Nerven mit sehr viel Poren versehen; sonst finden wir dieselben nicht in dieser Häufigkeit.

Cuticula.

Die Cuticula des Stammes und des Blattstiels, welcher nur die Aufgabe der Abschliessung zufällt, zeigt so wenig Eigenthümlichkeiten, dass ich dieselben hier ausser Acht lassen kann; ich habe das Wenige, was hierüber zu sagen war, bereits bei der Besprechung der betreffenden Epidermis mit behandelt.

Auf dem Blatte ist die Cuticula verschieden dick, sie folgt hier im Allgemeinen dem Bau der Epidermis. So ist sie, um ein paar Beispiele herauszugreifen, bei den *Hibisceen* und *Althaeeen* schwach, wird stärker bei den meisten *Bombaceen* und ist z. B. bei *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. sehr dick und stark, ausserdem noch mit einem Wachsüberzug versehen. Sie ist — wie im Allgemeinen — auch in unserer Familie häufig stärker auf der Oberseite, als unten, erreicht aber auf der Unterseite der grösseren Nerven mitunter ebenfalls eine bedeutende Dicke, wofür wir als Beispiel wieder die *Bombaceen* nehmen.

Ebenso bekannt sind nun auch die Cuticularfaltungen oder -Streifungen. Diese, vielleicht der höheren Festigkeit dienenden Faltungen der Aussenseite der Cuticula finden wir, wie bei so unendlich viel anderen Blättern, auch in unserer Familie ungefähr gleichmässig auf die Oberfläche beider Seiten vertheilt, so bei *Plagianthus spicatus* Bth., *Thespesia populnea* Corr., oder *Malva-viscus* spec., bei vielen sind dann diese Faltungen auf den Nerven besonders stark, oder sie kommen auch allein auf diesen und zwar nur in der Längsrichtung vor, so bei *Bombax erianthos* nur unten, *Eriodendron anfractuosum* D.C. besonders oben.

Ueberall da, wo dünne Stellen oder gar wirkliche Einsenkungen oder Löcher in der Epidermis vorkommen, finden wir bei der Familie der *Malvaceen* auf den angrenzenden Zellen besonders starke Cuticularfaltungen. Ist die gesammte Epidermis schon von Cuticularfaltungen bedeckt, so sind dieselben an den genannten Stellen besonders stark, fehlen sie sonst, so sind sie an diesen

Stellen doch vorhanden — wenigstens ist das die Regel. Derartige Stellen sind nun 1) Spaltöffnungen, 2) Einsenkungen für Köpfchenhaare, 3) die bereits besprochenen grossen Schleimzellen. Besonders ausgebildet finden wir die Falten auf den Nebenzellen der Spaltöffnungen bei *Hibiscus Pinonianus* Gandl., sowie *Gossypium drynarioides;* auf den Nebenzellen und den Zellen, die die Grube eines eingesenkten Haares einschliessen, bei *Hibiscus liliiflorus* Cav., auf den eine grosse Schleimzelle begrenzenden Zellen bei *Malvaviscus* spec. und *Hibiscus tiliaceus* L.

Auch wirkliche Cuticularleisten kommen als Verstärkungen mehrfach vor. Bei *Paschira aquatica und Ceiba Riviera* K. Sch. auf der Unterseite, bei *Carolinea alba* Lodd. auf der Oberseite, erheben sich über den einzelnen Epidermiszellen parallel den Seitenwänden hohe Cuticularleisten, die dann auf der einzelnen Zelle natürlich wieder ein verkleinertes Abbild derselben geben. Bei der ersteren und letzteren der genannten Arten sind diese Erhebungen einfache, oben etwas abgerundete Leisten, während sie bei *Ceiba* nach den Seiten hin sanfter abfallen, hier noch mit den gewöhnlichen kleinen Faltungen versehen, also vergleichbar dem Kamm eines Gebirges, von dem parallele, allmählich kleiner werdende, zu ihm selbst etwa rechtwinklig stehende Seitenketten abgehen, die dann natürlich ebenso viel Seitenthäler zwischen sich lassen. Hin und wieder geht einmal eine solche Leiste auch über mehrere Zellen ohne Unterbrechung hinweg, so dass dadurch ein zusammenhängendes Netz gebildet wird ; die etwas eingesenkten Spaltöffnungen werden von besonders hohen Leisten völlig eingeschlossen und sind daher im Längsschnitt von hohen Cuticularhörnern überdeckt. Auf dem Längs- oder Querschnitt sieht man an einzelnen Stellen — je über einer Zelle — die Cuticula ausserordentlich dick, es ist dann eine solche Leiste im Längsschnitt getroffen, im Allgemeinen aber über jeder Zelle zwei Erhebungen resp. Ausbauchungen der Cuticula — die Leisten im Querschnitt.

Bei *Ceiba erianthos* K. Sch. sind diese Cuticularverstärkungen der Unterseite einfache, zusammenhängende, unregelmässige Leisten, die über mehrere Zellen hinweglaufen, bei *Chorisia insignis* Kth. hohe, kurze, unregelmässig angeordnete Leisten, die ganz zerstreut liegen, ohne mit einander zusammen zu hängen.

Trichome.

Die Familie der *Malvaceen* ist reich an Haargebilden, welche nicht nur meist in grosser Anzahl, sondern auch in sehr mannigfaltiger Ausbildung auftreten. Dieselben fehlen gänzlich, nur in geringen Ausnahmefällen, auf den ausgewachsenen Stengeln und Blättern von *Althaea Ludwigii* L., *Hoheria populnea* A. Cunn., *Paschira aquatica* Aubl., *Carolinea alba* Lodd., *Bombax campestre* K. Sch., *Eriodendron anfractuosum* D.C., *Ceiba Riviera* K. Sch., *Ceiba erianthos* K. Sch., *Chorisia insignis* Kth., *Chorisia asperifolia* St. Hil. (— trotz des Namens), *Scleronema Spruceanum* Bth., *Quararibea pendulifolia* K. Sch., also im Allgemeinen bei *Bombaceen.*

Starre Borsten resp. Stacheln, auf deren Spitze noch Borsten eingefügt sind, finden wir natürlich bloss am Stamm. Dieselben gehen aus der collenchymatischen Schicht der Rinde hervor und bestehen selbst aus braungefärbten, gleichmässig dickwandigen oder collenchymatischen Zellen, so z. B. bei *Hibiscus diversifolius* Jacq., *Hibiscus splendens*; einfache Stacheln bei *Ceiba erianthos* K. Sch. Die Emergenzen bestehen aus ziemlich zartwandigen Zellen, die denselben an der Spitze eingefügten Borsten sind jedoch noch stark bei *Malvastrum asperrimum* Gke. (Fig. 5), *Malva silvestris* L. und am Blattstiel von *Adansonia digitata* L. Im Allgemeinen ist die Behaarung hinsichtlich der Haarformen eine gleiche bei den verschiedenen Organen, Stamm oder Stengel, Blattstiel und Blatt, und zwar ist der Blattstiel am dichtesten behaart. Auf dem Blatte wiegt die Behaarung fast ausnahmslos auf der Unterseite vor, und hier wiederum auf den grösseren Nerven, die noch dicht behaart sein können, wenn sich auf der Spreite selbst nicht ein einziges Haar mehr vorfindet, eine Thatsache, deren Zweckmässigkeit bis jetzt indessen nicht einzusehen ist.

Es genügt daher, wenn wir nur eins dieser Organe in Rücksicht auf die Behaarung einer Besprechung unterziehen; ich wähle das Blatt, da hier die Verhältnisse noch am mannigfachsten und interessantesten sind. Ich habe durchaus nicht die Absicht, hier die verschiedene Form und Zusammensetzung der Behaarung bei den einzelnen Arten und Gattungen bis ins Kleinste aufzuzählen, sondern ich begnüge mich damit, diejenigen Typen und Zusammenstellungen derselben, die den Familien- resp. Gattungscharakter vornehmlich bedingen, zu erwähnen und je ein paar typische Beispiele anzugeben. Im Uebrigen kommen z. B. bei den meisten *Hibiscus*-Arten, *Kydia*, *Malvastrum*, *Wissadula* beinahe sämmtliche Formen der Behaarung vor.

Vorwiegend in der Behaarung der *Malvaceen*, geradezu typisch als Familiencharakter ist die Sternform, die wir in allen möglichen Modificationen finden, schon von Weiss als Büschelhaare, die typisch für die Familie seien, beschrieben. Einzeln stehende oder zu mehreren neben einander aus verschiedenen Epidermiszellen hervorgewachsene Haare, die oben auseinander gehen, jedoch noch keinen gemeinschaftlichen Fuss besitzen, finden wir bei *Wissadula austrata* Pl. oder *Hibiscus splendens*. Haben die Haare einen gemeinsamen Fuss, so besitzen sie in diesem Theil ausnahmslos viel Poren, die auch häufig bei Einzelborsten vorkommen. Kleinere Sternhaare von sehr regelmässigem Bau, typisch vierstrahlig, finden wir bei *Pavonia monatherica* Cas. Bei *Goethea cuccinea* sind die Haare ausserordentlich regelmässig gebaut; von der Fläche gesehen, kreuzen sich die Arme unter gleichen Winkeln und sind gleich lang. Bei den meisten ist Grösse und Art der Verzweigung völlig verschieden und schwankend, so bei allen bei uns wachsenden Vertretern der Familie, wo wir die Uebergänge von der Einzelborste bis zu einem höchst verzweigten Büschelhaar in allen möglichen Variationen finden. Klein, aber ausserordentlich stark,

mit kurzen Armen, finden wir die Sternhaare z. B. bei *Julostyles angustifolia* Thw. und *Malvastrum bryonifolium* Gray. (Fig. 6) schwach, und dafür sehr lang bei *Lavatera arborea* L.; mittelgross, niedrig, die Arme dicht der Blattoberfläche angedrückt, bei verschiedenen *Pavonia- und Malvastrum*-Arten, sowie *Urena sinuata* L. Bei *Hibiscus setosus* ist das Blatt bräunlich sammetartig behaart, während der Stamm von grossen, starren, braunen, weit abstehenden Büschelhaaren bedeckt ist und an Aussehen einem Wieselpelz ähnlich, jedoch weniger weich ist. In derselben Weise ist das Blatt von *Ochroma lagopus* Sw. filzartig behaart, der Stamm dagegen ist bedeckt von langen, schlaffen, braunen, sehr stark verzweigten Büschelhaaren, die etwa aussehen wie die Pappuskrone einer reifen Compositenfrucht. Bei *Bombax pubescens* Mart. und Zucc. finden wir lange, schlaffe, braune Haare, die sich häufig einrollen und verfilzen. Einzelborsten besitzt die Blattspreite von *Althaea*-Arten und vielen *Malveen*, ausserordentlich stark sind dieselben bei *Sidalcea neomexicana;* auf Papillen stehen sie auf dem Blatt bei *Malva silvestris* L., *Althaea hirsuta* L.; Sternhaare stehen auf Papillen oder auch ziemlich hohen cylindrischen Emergenzen bei *Malvastrum asperrimum* Gke. und *Hibiscus Pinonianus* Gandl.; dieselben biegen sich meist herab und schmiegen sich mit ihren Armen der Blattoberfläche an. Verzweigt ist die cylindrische Emergenz des starken Sternhaares bei *Palava malvaefolia* Cav., die Verzweigungen tragen wiederum je ein Sternhaar. Alle möglichen Uebergänge von einem viel verzweigten angedrückten Sternhaar, dessen Arme in einer Ebene liegen, bis zu einem völligen Schuppenhaar, finden wir bei *Durio zibethinus* L.; diese Schuppenhaare bedecken die Unterseite des Blattes gänzlich und schieben sich dabei noch mit ihren Rändern übereinander; die Unterseite wird dadurch stark glänzend. Bei den kleinen Blättern von *Plagianthus squammatus* Bth. erhalten beide Seiten des Blattes durch diesen dichten Ueberzug von Schuppen- oder Spreuhaaren ein glänzendes Aussehen. Zerstreut, einzeln andern Haartypen untermischt, finden wir diese schildförmigen Schuppenhaare noch bei manchen andern, wie *Thespesia populnea* Corr. oder *Bombax pubescens* Mart. und Zucc.; meist ist der Fuss dieser so bekannten Haare mehrzellig. Mehrfach verzweigte Sternhaare mit gekammerten Armen habe ich nur bei *Malachra radiata* L. (Fig. 7) bemerkt. Ausserdem finden sich aber auch, noch häufiger als die bisher besprochenen Formen, Drüsen- resp. Köpfchenhaare in der verschiedensten Gestalt, einzellig bis zu einer komplicirten Zusammensetzung. Die kleineren enthalten in sämmtlichen Zellen einen bräunlichen körnigen Inhalt, der sich bei vielen auch in stark lichtbrechende Tröpfchen zusammenzieht, die grösseren zusammengesetzten wenigstens in ihrem Fusstheil. In Einsenkungen der Epidermis eingeschlossen, über die Oberfläche überhaupt nicht hervorragend, finden wir diese Haare z. B. bei *Hibiscus liliiflorus* Cav. und einigen *Pavonia*-Arten; auch nur einzellig, oder doch nur aus wenigen Zellen bestehend, bei *Althaea officinalis* L., *Malva silvestris* L. und *alcea* L.; länglich, einen Zellenfaden von 8 bis 12 Zellen bildend, deren

oberste häufig etwas verbreitert knopfförmig, häufig auch klein, schüsselförmig ist, z. B. bei *Abutilon muticum* Don. und *inaequale*, *Hibiscus setosus* und *splendens*. Aus einer sehr langen Fusszelle, an die sich oben ein paar sehr kleine und am Ende eine sehr starke Knopfzelle anschliessen, bestehen die Haare bei *Cristaria andicola* Gay. Man nennt diese Haargebilde Stieldrüsen. Kugel-, Krug-, oder Flaschenform in verschiedenen Uebergängen finden wir bei *Malvastrum capense* Gke. und *bryonifolium* Gray., *Kitaibelia vitifolia* Willd., sowie *Wissadula austrata* Pl., hier sind die letzten, obersten Zellen oft gleich Borsten spitz und in die Länge gezogen. Bei *Adansonia* und *Althaea officinalis* L. bemerken wir noch anders geformte Drüsenhaare. Eingesenkt etwas unter das Niveau der Epidermis ist eine kleine Fusszelle, darüber eine breitere, scheibenförmige Stielzelle, an der sich oben nach allen Seiten — auf dem Querschnitt also fächerförmig — längliche Zellen ausbreiten; von oben haben diese Haare das Aussehen vielzelliger gewöhnlicher Drüsenhaare (Fig. 9). Die angrenzenden Epidermiszellen weichen oben etwas auseinander, um Platz zu schaffen. Bei *Adansonia* finden sich nur diese letzteren Drüsenhaare, auf der Oberseite von *Goethea cuccinea* und *Bombax crianthos* nur sehr kleine Köpfchenhaare, während bei den übrigen die Drüsenhaare untermischt mit den eigentlichen, steifen Haaren vorkommen. Für die grossen vielzelligen Drüsenhaargebilde ist diese Art des Vorkommens von grossem Vortheil, da ihre Wände zart sind, also nur geringen Widerstand zu leisten vermögen und eines Schutzes gegen äussere Einflüsse bedürfen. Von der Häufigkeit und Vielgestaltigkeit der Haargebilde zeugt die Thatsache, dass wir bei vielen Vertretern der Familie leicht 10 verschiedene Haarformen auffinden.

Spaltöffnungen.

Wie im vorigen Abschnitt die Drüsenzellen, nehme ich die Spaltöffnungen als Gebilde der Epidermis zu diesem Kapitel, obwohl Haberlandt die beiden Organe ihrer physiologischen Leistung gemäss in ganz verschiedenen, gesonderten Kapiteln behandelt.

Ich glaube ein gewisses Recht dazu zu haben, weil die übrigen Einrichtungen des Durchlüftungssystems keinerlei Besonderheiten bieten, so dass ich sie hier also völlig übergehen kann.

Ueber das Vorkommen der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite der Blätter giebt die auf Seite 11 gegebene Zusammenstellung Aufschluss, die uns zeigt, dass bei der systematischen Unterabtheilung der *Ureneen* und *Bombaceen* Spaltöffnungen sich nur auf der Unterseite finden; im Uebrigen sind sie fast immer unten häufiger als oben.

Ihr Bau ist im Allgemeinen der gewöhnliche; bald sind sie ein wenig vorgewölbt, bald ein wenig eingesenkt; häufig wölben sich nach oben die bekannten Cuticularhörner vor, wie z. B. bei *Hibiscus liliiflorus* Cav. und *Bombax pubescens* Mart u. Zucc., bei einigen wölben sich — in ebenfalls bekannter Weise — unten die

Nebenzellen vor und bilden gleichsam eine zweite Athemhöhle, z. B. bei *Chorisia asperifolia* St. Hil. Bei *Thespesia populnea* Corr. finden sich sehr viele verbildete Spaltöffnungen. Dieselben bestehen ähnlich den functionsfähigen aus 2 neben einander liegenden länglichen Zellen, die aber sehr schmal sind. Mitunter weichen sie in der Mitte auch etwas auseinander; dann kommt es aber auch vor, dass sie nur aus einer einzigen Zelle ohne deutliche Querwand bestehen. Meist haben sie an den Enden je eine kleine, etwa kreisartige Ausbuchtung oder Verdickung. Die neben ihnen liegenden Zellen zeigen, wie Nebenzellen der Spaltöffnungen, besonders deutliche Cuticularstreifung. Etwa jede fünfte der Spaltöffnungen ist so verbildet! Auf dem Querschnitt zeigen sich dann diese Elemente verschieden verdickt, an den Enden und in der Mitte stark, dazwischen verjüngen sich die Wände. Alle diese Zellen haben einen braun-gelben Inhalt.

Aehnlich, wenn auch lange nicht so häufig, sind Verbildungen von Spaltöffnungen auf der Oberseite von *Sphaeralcea umbellata*. In vielen Fällen enthält eine der an die Spaltöffnung angrenzenden Zellen einen bräunlichen, körnigen Inhalt, ähnlich dem der Drüsenzellen, selbst wenn die gesammte Epidermis sonst farblos ist, so z. B. bei *Thespesia populnea* Corr., *Quararibea guianensis* Aubl. Wie schon bei Besprechung der Cuticula erwähnt, finden wir auf den Nebenzellen der Spaltöffnungen meist Cuticularfaltungen. Es findet bei der Familie der *Malvaceen* auch offenbar ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Spaltöffnungen und der Behaarung statt; ich lasse hier jedoch die Drüsenhaare völlig ausser Acht und spreche nur von den Deckhaaren.

Im Allgemeinen können wir in unserer Familie sicher sein, auf der Oberseite der Laubblätter dann Spaltöffnungen zu finden, wenn dieselbe dicht behaart ist. Bei einigen *Hibiscus*- und *Gossypium*-Arten finden wir auf der Unterseite die Behaarung dichter als oben, ebenso die Spaltöffnungen. Doch lässt sich ein direkter Zusammenhang in der Häufigkeit des Vorkommens beider nicht leicht nachweisen. Bei *Althaea Ludwigii* L. finden sich beiderseits Spaltöffnungen, obwohl Behaarung dem kleinen, zarten Blatt gänzlich fehlt. *Plagianthus pulchellus* Benth. hat bei fehlender Behaarung Spaltöffnungen nur unten. *Sida paeoniflora* ist oben mässig behaart, unten dicht filzig, Spaltöffnungen finden sich nur unten. Bei *Malachra radiata* L., *Urena sinuata* L., sowie einigen *Abutilon*-Arten sind beide Seiten behaart, die untere stärker, Spaltöffnungen sind nur unten vorhanden. Wir haben hier wohl eine geringe Abweichung, aber durchaus keine Ausnahmen von der Regel.

2. Periderm.

Ueber das Periderm bei der Familie der *Malvaceen* ist äusserst wenig Bemerkenswerthes zu sagen. Dasselbe findet sich in sehr verschiedener Ausbildung von wenigen Zelllagen bis zu einer mächtigen Ausdehnung bei allen ausdauernden Vertretern. In der Rinde bildet auch hier das Phellogen zuweilen nach Innen ein grünes,

stärkereiches Phelloderm, das jedoch nie eine bedeutende Dicke erlangt. Sehr häufig enthält das Periderm einen braunen, gerbstoffreichen Inhalt. So finden wir bei mehreren *Hibiscus*- und *Malvastrum*-Arten, z. B. *Hib. setosus* und *Malv. asperrimum* Gke. und *bryonifolium* Gray. den Kork mit bräunlichem protoplasmatischen Inhalt erfüllt; bei anderen Arten derselben Gattungen wird er schon dunkelbraun, so bei *Hibiscus gravaefolius* und *Pinonianus* Gandl., sowie *Malvastrum limense* L. und *tridactylites* Gke., ebenso bei den meisten *Gossypium*- und *Bombax*-Arten; hier macht *Bombax crenulatum* K. Sch. eine Ausnahme, da das Periderm nur zart bräunlich-gelb gefärbt erscheint. Bei den *Bombaceen*, wo überhaupt die Rinde sehr stark entwickelt ist, ist auch meist eine dicke Korkschicht vorhanden, bis zu 40 Zelllagen und darüber, doch selbst dann ist häufig die Epidermis noch nicht abgestossen. Dumont giebt an: „Die meisten *Ureneen*, fast alle Arten von *Hibiscus*, *Sida pulchellus* bilden Kork auf Kosten der Epidermis.“ Ich habe dazu zu bemerken, dass ich diese Angabe nur für *Pavonia monatherica* Cas., sowie *Hibiscus tiliaceus* L. und *gravaefolius* bestätigen kann, während bei den übrigen von mir untersuchten *Ureneen* und *Hibiscus*-Arten der Kork unter der Epidermis gebildet wird.

Nicht selten kommt es vor, dass einige Lagen des Periderms ihre Tangentialwandungen stark verdicken, ähnlich wie z. B. bei der Birke. Es sind hier eine, häufig auch zwei, nur selten drei Lagen hinter einander verdickt und zwar stets nur die Innenwand, während sowohl die äusseren als auch die Radialwände zart bleiben. Die stark verdickten Wandungen erscheinen bei durchfallendem Lichte glänzend weiss, daher kommt es, dass man bei schwacher Vergrösserung um den gesammten Stamm einen hellen lichtbrechenden Gürtel — oder auch zwei — herumgehen sieht. Die dicken Wände besitzen viele einfache Poren.

Besonders schön und deutlich ist diese Abwechslung von Schichten mit dünner und dicker Wandung, wobei an Zahl die dünnwandigen bei Weitem überwiegen, bei *Bombax Candolleanum* K. Sch., *Ceiba Riviera* K. Sch., *Matisia cordata* H. B. und *ochrocalyx* K. Sch.. sowie *Hibiscus liliiflorus* Cav.

3. Mechanische Elemente in Rinde und Blattparenchym.

In diesem Kapitel werde ich als die mechanischen Elemente in der Rinde Bast, Collenchym und Sclerenchym behandeln, während ich das Libriform, das der Festigung des Holzkörpers dient, mit diesem zusammen bespreche, ebenso den Bast, der sich zur Aussteifung der Blattnerven vorfindet. Dagegen bespreche ich hier noch die Festigung des Assimilationssystemes, welches letztere ich seiner Einfachheit wegen nicht in einem besonderen Kapitel behandeln will.

Die ganze Familie ist reich an Bast, der sich in der Rinde vorfindet. Zunächst nur von lokalmechanischer Bedeutung als Schutz für das Leptom, wird derselbe durch die Mächtigkeit seines Vorkommens zu einem nicht unbedeutenden Faktor für die Festig-

keit der gesammten Pflanze. Der Bast in der Rinde ist in der Regel in kleineren Bündeln, die von Parenchymelementen und Markstrahlen durchbrochen werden, angeordnet, so dass auf dem Querschnitt ein Ring zu Stande kommt. Dass der Bast der Rinde der Festigkeit des ganzen Stammes dient, geht auch daraus hervor, dass ein Zusammenhang zwischen der Ausbildung des Holzes und Bastes vorhanden ist. Bei den *Bombaceen* ist das Holz schwach, nur wenig gefestigt und enthält zahlreiche grosse Gefässe; da ist dann die Rinde mächtig entwickelt, die Bastbündel sind gross, häufig noch durch Steinzellen verbunden, bilden also einen starren Cylindermantel. Bei den *Plagianthus*-Arten dagegen ist das Holz fest, zum Theil sogar ganz ausserordentlich stark, da fehlt in der Rinde der Bast fast völlig; es finden sich nur ganz zerstreut kleine Bastbündel von wenigen Zellen, so dass hier durchaus nicht jedes Leptombündel seinen Bastbeleg hat.

Ich will kurz die Haupttypen der Anordnung des Bastes in der Rinde erwähnen. Die Baststränge liegen zu mehreren hintereinander, jedes der gleich grossen Bündel von ungefähr quadratischem Querschnitt, und sind radial durch die Markstrahlen — die primären ziemlich breit auseinander gezogen, andere dazwischen schmaler — getrennt; in tangentialer Richtung liegt zwischen den einzelnen Bündeln das Phloem. Es entsteht durch diese Anordnung ein starrer Ring, der aus mehreren schmaleren zusammengesetzt ist. Dies Verhältniss finden wir z. B. bei *Hibiscus splendens* und *Pinonianus* Gandl., sowie *Malvastrum asperrimum* Gke.: dann können die einzelnen Bastbündel weiter auseinander rücken, so dass sie gleichsam zerstreut in der Rinde liegen, wie bei *Althaea rosea* Cav., *Pavonia monatherica* Cas.; bei letzterer ist das Rindengewebe ausserordentlich zart, bröckelt daher beim Schneiden von Herbarmaterial sehr. Nur eine Reihe Bastbündel, die dafür aber häufig sehr gross sind, also nur einen breiten Ring, finden wir ebenfalls bei vielen einjährigen *Malvaceen*, so bei *Althaea Ludwigii* L. und *Sidalcea neomexicana* Gray, bei welcher die grossen Bündel mitunter noch durch eine oder wenige sklerotische Zellen verbunden sind. Häufig sind nun aber, wenn ein grosser Ring mit vielen hintereinander stehenden Bündeln vorhanden ist, die einzelnen Bündel so geordnet, dass sie nach aussen immer schmaler werden; ausserdem liegen innen viel mehr nebeneinander, so dass die Bündel zusammen die Gestalt eines Dreiecks ergeben, das mit der Spitze nach der Epidermis zu gerichtet ist; die zwischen diesen einzelnen Bündelcomplexen verlaufenden Markstrahlen werden daher natürlich umgekehrt nach aussen immer breiter. Schon mit blossem Auge erkennt man auf dem Querschnitt diese nach aussen spitz zulaufenden Bastbündelcomplexe bei *Lavatera arborea* L., *Hibiscus cannabinus* L. und *Quararibea floribundus* K. Sch. Bei *Goethea*, *Pavonia* und der gesammten Abtheilung der *Bombaceen* — mit der einzigen Ausnahme *Bombax malabaricum* D. C. — ist die Rinde im Besonderen noch dadurch ausgezeichnet, dass in derselben sklerenchymatische Elemente, einzelne Zellen, auch zu kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt, mit-

unter auf dem Längsschnitt lange Reihen bildend, auftreten, und auch häufig Bastbündel mit einander verbinden. Ausserordentlich zahlreich finden wir diese Steinzellen mit einfachen Poren in der äusseren Rinde sowohl als auch zwischen den Bastbündeln, oft in grossen Nestern beisammen, gleichsam ein ganzes Gewebe bildend, bei *Bombax campestre* K. Sch.; ebenso häufig in der äusseren Rinde, zwischen dem Bast aber so gut wie ganz fehlend, nur ganz aussen ein wenig dazwischen, bei *Bombax Candolleanum* K. Sch., und auch aussen etwas seltener bei *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. Bei *Bombax cyathophorum* K. Sch. sind in der Rinde nur einzelne Steinzellen vorhanden; zwischen dem ausserordentlich stark entwickelten Bast wird das gesammte Gewebe mässig dickwandig; nur ganz aussen finden sich einige sklerotische Elemente, die zwischen den Bastbündeln eine Verbindung herstellen. Bei *Pavonia intermedia* und *Goethea cuccinea* sind die sklerotischen Elemente in der Rinde nur selten, einzeln zerstreut, mitunter auch kleine Nester bildend. Mässig verdickte Zellen und kleine Nester von solchen finden sich auch in der Rinde von *Hibiscus cannabinus* L., von dem mir leider nur ein Stück jungen Stengels zur Verfügung stand, so dass ich die Frage offen lassen muss, ob sich diese Zellen zu völligen Steinzellen umbilden. Die physiologische Funktion dieser sklerotischen Elemente ist noch nicht genügend aufgeklärt, da sie — in ganz dünnwandiges Gewebe eingestreut — eigentlich gar nicht zur „Allgemeinen Festigkeit der Borke“ dienen, wie Haberlandt dies annimmt.

Der Ansicht Dumonts, dass sich dieselben „der Austrocknung entgegensetzen“, kann ich nicht beistimmen; die Wände dieser Zellen sind sehr porös, lassen also Wasser sehr leicht hindurch; es wäre auch sehr wunderbar, wenn eine Pflanze mit so ungeheuer dicken Korklagen noch im Rindenparenchym Schutzeinrichtungen gegen Austrocknen bilden sollte.

Im Mark finden sich Steinzellen in der Familie der *Malvaceen* nur bei *Matisia ochrocalyx* K. Sch. Dagegen finden wir mehrmals innere Bastbündel. Ist auf dem Blattstiel und jungen Stengel jedes einzelne Gefässbündel auch innen mit einer kleinen, mehr oder minder starkwandigen Lage von langgestreckt parenchymatischen Zellen umgeben — die unzweifelhaft mechanische Function haben — so finden wir im ausgebildeten Stamm diese Zellcomplexe bei einzelnen Arten durch typische Bastzellen ersetzt, die sogar zu zusammenhängenden Bündeln vereinigt sind. Bei *Hibiscus setosus* und *Bombax malabaricum* D.C., wo im trockenen Zustande das Mark wenig zusammenhält, bröcklig ist, kann man diese inneren Bastbündel mit der Pincette herausziehen und findet an den einzelnen Zellen die typischen Merkmale der Sklereiden: lange, zugespitzte prosenchymatische Gestalt und schiefe Poren. Ganz ausserordentlich starke Bastzellen, auf dem Querschnitt etwa 6 Mal so gross als die gewöhnlichen, mit sehr dicken Wandungen und kleinen Lumen finden wir in den I-förmigen Bastträgern der Blattnerven mancher *Bombaceen*, unter denen besonders *Bomb. pubescens* Mart. u. Zucc. ausgezeichnet ist. Ein anderer interessanter Fall

bietet sich in dem Bast, der den Mittelnerven des Blattes von *Bombax malabaricum* D. C. auf der Leptomseite umgiebt, als dem einzigen Vertreter in der Familie, wo der Bast nicht unbedeutende Mengen von Intercellularsubstanz erkennen lässt.

Auf dem Querschnitt findet man im Bast der *Malvaceen* bei einem grossen Theil nicht die typischen Poren, sondern solche, die den Hoftüpfeln sehr ähnlich sehen; als Beispiele will ich hier nur nennen *Malvastrum peruvianum, Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. und *erianthos* K. Sch., sowie den Blattstiel von *Adansonia*. Die Poren des Bastes haben hier an der Mittellamelle der beiden Zellen, welche sie verbinden, eine Erweiterung, etwas länglich, elliptisch, auch wohl kreis-, trichter- oder trompetenartig, dass man sehr wohl glauben könnte, hier behöfte Poren im Bast zu sehen. Was sollten diese nun hier? Nach den bisher gemachten Erfahrungen dienen die behöften Poren doch vorzugsweise der Wasserleitung! Allerdings hat in jüngster Zeit Simon im Bast von *Epacrideen* Hoftüpfel mit Sicherheit nachgewiesen, der Nachweis ihrer physiologischen Leistung steht aber auch noch aus.

Der Längsschnitt giebt auch in unserer Familie Aufschluss über die wirkliche Natur der Poren. Hier zeigen sich dieselben schief gestellt, theilweise mit einer geringen Erweiterung in der Mitte, die aber durchaus nicht dem typischen Hof etwa eines Coniferentüpfels entspricht, oder auch nach innen stetig weiter werdend, ungefähr spindelförmig. Auf dem Querschnitt geben dieselben dann das vorhin beschriebene trompeten-, trichter- oder linsenförmige Bild.

Collenchym finden wir stets an den Blattstielen und jungen Stämmen, später wird dasselbe mit der Borke abgeworfen. Das Collenchym gehört zur primären Rinde, der Bast, der oft dicht darunter gebildet wird, zur secundären. Bei *Hibiscus diversifolius* Jacq. und *splendens*, sowie *Ceiba erianthos* K. Sch. werden die Stacheln von diesem Collenchym aus gebildet und erhalten daher eine bedeutende Festigkeit. Im Blattstiel ist stets ein ununterbrochener Collenchymring vorhanden, der häufig dicht unter der Epidermis liegt oder zwischen sich und dieser nur wenige Zellen grünen Gewebes lässt, das bis auf eine einzige Lage herabgedrückt werden kann. Die Mittelnerven der Blätter springen nach unten und oben stets mit nicht unbedeutenden Lagen stark verdickten Collenchyms vor. Im Uebrigen betrachten wir nur das Collenchym des Stammes. Die Collenchymzellen sind bekanntlich noch wachsthumsfähig und enthalten daher lebendes Plasma, das häufig durch Chlorophyll grün gefärbt erscheint, noch häufiger durch Gerbstoff braun gefärbt ist, wie die gesammte umgebende Rinde, besonders bei Herbarmaterial. Am Stengel ist die Ausbildung des Collenchyms eine sehr verschiedene. So ist z. B. bei *Hibiscus Pinonianus* nur eine einzige Zellreihe collenchymatisch verdickt, die ohne Unterbrechung um den Stengel herumläuft.

Wenn aber das Collenchym breitere Lagen bildet, so bildet es nicht mehr einen vollkommenen Ring, sondern wird von den Markstrahlen durchbrochen, so dass diese mit der primären Rinde

also in unmittelbarer Verbindung stehen. So kommt es, dass bei vielen nur aussen um die einzelnen Bastbündel herum ein Bogen von Collenchym vorhanden ist, wie z. B. bei *Malvastrum bryonifolium* oder *Malva capensis* Cav. In der Regel ist zwischen Collenchym und Bast ein breites Rindenparenchym vorhanden; bei *Wissadula austrata* Pl. und *Urena sinuata* L. trennt nur eine einzige Schicht von sehr grossen, zartwandigen Zellen die beiden Gewebe.

Da an den Stellen, wo die breiteren Markstrahlen mit der Rinde in Verbindung stehen, die Festigkeit gebenden Elemente Collenchym und Bast völlig fehlen, ist die Rinde hier — zumal wenn die Epidermis auch nur dünn ist — schutzlos; beim Troknen ziehen sich daher die zartwandigen Rindenzellen stark zusammen, wie z. B. bei *Anoda hastata* Cav. und der Stengel wird so mit Längsriefen versehen.

Auf dem Längsschnitt zeigt das Collenchym, wie so häufig, alle Uebergänge von parenchymatischer zu prosenchymatischer Zellform, ebenso ist das zum Theil sehr häufige Vorkommen einfacher Poren hier leicht bemerkbar.

Als mechanische Einrichtungen werde ich die sklerenchymatischen Versteifungen des Pallisadengewebes hier mit erwähnen. Ich habe solche nur an drei Arten nachweisen können, Dumont erwähnt sie gar nicht.

Bei dem Blatte von *Bombax pubescens*, das in jeder Beziehung am meisten gefestigt ist, finden wir ausser I-förmigen Bastbelegen über und unter den Mestombündeln, von der mehrschichtigen Epidermis quer durch das Pallisaden- und Schwammgewebe hindurchgehend, vereinzelte Stütz- oder Strebezellen, die völlig bastähnlich ausgebildet sind. Dieselben sitzen mit breiten Endflächen beiderseits der Epidermis fest an. Bei *Goethea cuccinea* verlaufen häufig in der Mitte des Blattes zwischen Pallisaden- und Schwammparenchym einzelne dicke, bastähnliche Zellen. Diese gehen hier stets von Gefässbündelanastomosen aus, welche selbst von starken Bastzellen begleitet sind. Diese Sklerenchymzellen, auch Spikularzellen oder Idioblasten genannt, verlaufen aber auch hin und wieder von der Mitte aus senkrecht nach der Epidermis zu, um dort wieder in einem scharfen Winkel umzubiegen und unter der Epidermis, gleichviel ob der Ober- oder Unterseite, zu endigen. Diese Zellen gehen aber von der Mitte des Blattes aus und wir können ihren Zusammenhang mit den starken Gefässbündelanastomosen fast stets nachweisen. Von der Fläche aus sehen wir daher nur selten ein kurzes Ende einer solchen Strebezelle unter der Epidermis hinlaufen.

Am weitesten geht die Ausbildung dieser festen Elemente im Blatte von *Pavonia intermedia*; hier verlaufen dieselben kreuz und quer nach allen Richtungen. Wir können häufig eine dieser dickwandigen Zellen, deren Lumen mitunter fast verschwindet, verfolgen, wie dieselbe die Epidermis berührt und eine ziemliche Strecke weit direkt unter derselben fortgeht, dann sich in einem Winkel scharf biegt, durch das Mesophyll hindurchgeht, um sich schliesslich der anderen Seite zuzuwenden und hier unter der Epi-

dermis zu endigen, häufig sind auch die Zellen dabei gekrümmt. Auf dem Oberflächenschnitt sieht man diese Zellen auch ungemein häufig lange Strecken weit direkt unter der Epidermis herlaufen, um sich dann nach dem Inneren zu wenden. Wir erhalten hier genau dasselbe Bild, wie es für eine ganz andere Pflanzengruppe Niedenzu in seiner Abhandlung über *Arbutoideae* von *Diplycosia pilosa* giebt[1]).

Das Blatt von *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. ist auch ohne diese Stütz- und Strebezellen äusserst fest gebaut durch starke Epidermis und Cuticula, sowie sehr starke Bastträger. Bei *Goethea* und *Pavonia* dagegen sind die Gefässbündel wohl mit einem starken sichelförmigen Bastbeleg versehen, aber doch nur in das Mesophyll eingebettet; es sind daher hier diese Versteifungseinrichtungen gegen äusseren Druck zum Schutze des zarten Gewebes sehr zweckmässig.

4. Holzkörper, Rinde und Leitbündel im Blattstiel und Blatt.

Ueber den Holzkörper der *Malvaceen* ist im Allgemeinen wenig zu sagen; derselbe unterscheidet sich nicht von dem der anderen dicotylen Pflanzen. Verschiedene Festigkeit des Holzes, welche aus Zart- resp. Derbwandigkeit des Libriforms und Holzparenchyms, Anordnung und Häufigkeit der Gefässe, sowie Breite der Markstrahlen resultirt, ist das einzige, das erwähnungswerth scheint. Im Uebrigen ist gerade dieser Theil in Dumont's Abhandlung erschöpfend behandelt.

Vorerst will ich bemerken, dass ich bei denjenigen Vertretern, welche markständige Bastbündel besitzen, markständige Gefässbündel oder Leptomstränge nicht habe auffinden können. Wohl kommt es z. B. bei *Cristaria pauciflora*, sowie mehreren *Hibiscus*-Arten vor, dass sich im peripherischen Mark bogenförmige Stereombündel vorfinden, deren offene Seite dem Holze zugekehrt ist; in die Höhlung derselben springen äusserst zartwandige — Siebröhren und Cambiform auf dem Querschnitte sehr ähnliche — Zellcomplexe ein; dieselben bestehen aber nur aus sehr zartwandigem, mässig lang gestrecktem Parenchym, wie sich auf dem Längsschnitt leicht nachweisen lässt.

Gänzlich krautig, im Holz noch keine Festigkeitselemente anlegend, finden wir den Stengel von *Hibiscus moscheutos* L. und *cannabinus* L., sowie *Anoda hastata* Cav. und *Wrightii* A. Gray. Hier sind sämmtliche Elemente gleich zartwandig, Markstrahlen, Gefässe, Libriform, Holzparenchym; letzteres zeigt höchstens dicht am Mark einige wenige mässig verdickte Zellen; echte Tracheiden mit behöften Poren fehlen dem Holze gänzlich. Es finden sich ausser den zuerst angelegten Ring- und Spiralgefässen in diesen Fällen

---

[1]) Franz Niedenzu. Ueber den anatomischen Bau der Laubblätter der *Arbutoideae* und *Vaccinioideae* in Beziehung zu ihrer systematischen Gruppirung und geographischen Verbreitung. Englers Jahrbücher. 11. Band, 1889. II. Heft. Tafel 5, Figur 1.

äusserst wenig Gefässe. Die Festigkeit wird durch einen sehr starken Bastbeleg in der Rinde hergestellt.

Bedeutend fester schon ist dann der Stengel der meisten anderen *Hibiscus*-Arten. In der Mitte ist deren Holz noch genau ebenso dünnwandig, wie bei der eben erwähnten Art, aber innen und aussen, nach dem Mark und der Rinde zu, sind die meisten der Libriformelemente wenigstens mässig verdickt, wenn auch die Parenchymelemente noch zart bleiben. Die zunehmende Festigkeit nimmt mitunter ihren Ausgangspunkt innen; ganz besonders auffallend ist dies Verhalten bei *Palava malvaefolia* Cav. Wenn das Holz stärker wird, so werden jedoch im Allgemeinen nicht alle Elemente gleichmässig dickwandiger, nicht einmal alle Zellen desselben Gewebecomplexes, sondern einzelne Zellen — ganz unregelmässig herausgegriffen — werden dickwandig, genau so wie Bastzellen, während die benachbarten zart bleiben. Zur weiteren Erhöhung der Festigkeit müssen dann diese derbwandigen Elemente in Zusammenhang treten. Dies geschieht besonders in der Nähe des Markes dadurch, dass die dünn- und dickwandigen Zellen in radialen Reihen abwechseln. Im Uebrigen aber kommt auf dem Querschnitt ein schachbrettartiges Bild dadurch zu Stande, dass immer — oder doch häufig — eine sehr dickwandige Zelle (die dann weissglänzend erscheint), mit einer dünnwandigen sowohl in tangentialer als auch radialer Richtung abwechselt; besonders schön und regelmässig finden wir dies Verhältniss bei *Eriodendron anfractuosum* D.C. Das gewöhnliche Verhalten der Festigung des Stammes tritt uns bei den meisten unserer einheimischen *Malvaceen* entgegen. Hier sind sämmtliche Elemente des Holzes ungefähr gleich gefestigt. So durchbrechen z. B. bei *Althaea rosea* Cav., *Lavatera arborea* L., *Malva silvestris* L. die ziemlich dünnwandigen Markstrahlen aus meist mehreren, bis zu 10 Zellreihen bestehend, die dickwandigen Elemente des Holzes, in denen die verhältnissmässig kleinen Gefässe nur selten sind, zu Gruppen vereinigt besonders bei *Malva* und *Lavatera*, zu radialen Reihen angeordnet bei *Althaea*. Bei *Gossypium vitifolium* Lam. ist das Holz im Allgemeinen schwach, es ziehen sich jedoch dazwischen einige feste Zellenzüge in streng radialer Richtung hindurch. Bei *Althaea officinalis* L. ist das Libriform stark verdickt, die Poren mit trichterförmigen Erweiterungen versehen. Aussen und innen ziemlich stark verdickt, in der Mitte sehr schwach, ist das Holz von *Hibiscus tiliaceus* L. Sehr starke Festigung des Holzes durch grosse Mengen ausserordentlich dickwandigen Libriforms finden wir bei *Plagianthus divaricatus* Forst. und *discolor* Aschs. Es sind hier nur ziemlich wenig Gefässe vorhanden, in Gruppen vereinigt, von zartwandigem Holzparenchym umgeben, so dass sich diese Theile wie Inseln aus dem dickwandigen Holz abheben; die Markstrahlen selbst sind hier mässig dickwandig, ähnlich ist *Hoheria populnea* A. Cunn. und *Hibiscus micranthela* Cav. gebaut. Bei *Hibiscus setosus* und *Bombax malabaricum* D.C. ist das Holz mässig fest, die Markstrahlen sind jedoch sehr dünnwandig, so dass man die krautigen Stengel zwischen den Fingern zerdrücken kann. *Bombax*

malabaricum D.C. ist überhaupt seinen nächsten systematischen Verwandten wenig ähnlich. Die *Bombaceen* zeichnen sich im Allgemeinen dadurch aus, dass die Rinde sehr dick, dann aber auch sehr stark und fest ist, während das Holz so gut wie gar nicht gefestigt, fast schwammig ist; die einzelnen Elemente grosszellig, die Gefässe weit. So zerbricht z. B. das Holz von *Adansonia* sehr leicht, obwohl die Libriformelemente gar nicht einmal schwach sind, sondern nur das Holzparenchym; auch die Rinde bröckelt; am festesten hängt noch bei den mikroskopischen Schnitten das Mark zusammen. Die Gefässe der *Bombaceen* sind gross, mit ausserordentlich zahlreichen behöften Poren versehen. Im Allgemeinen ist das Mark zartwandig, doch erreicht die Wand der Markzellen von einigen *Plagianthus*-Arten eine bedeutende Stärke. Das Mark von *Hibiscus diversifolius* Jacq. besteht aus zartwandigen, ausserordentlich regelmässigen Zellen, die, wie Bienenwaben, auf dem Querschnitt völlig regelmässige Sechsecke darstellen.

Bei einem Stengel von *Thespesia populnea* Corr. fand ich im Holze, dicht am Mark zwischen den primären Gefässen, häufig Lücken, die nach Aussen allmählich schmäler werden. Dieselben sind offenbar durch nachträgliches Wachsthum des Markes hervorgebracht, aber doch nur zu einer Zeit, wo noch nicht ein vollständiger, abgeschlossener Holzkörper vorhanden war. Bei einem trockenen Exemplar sind diese Lücken dann häufig von Pilzhyphen durchwachsen.

Ich will hier auch noch einige interessante Wachsthumsvorgänge in der Rinde erwähnen. Beim Dickenwachsthum wachsen nicht alle Zellen der Markstrahlen gleich, sondern die äusseren, die an den Bastbündeln herablaufen, wachsen so gut wie gar nicht in die Breite; die inneren werden dagegen breit und bilden Querreihen; dieselben verlaufen häufig schief, durch ungleiches Wachsthum der Seitenstränge verschoben resp. verzogen. Bei *Althaea rosea* Cav. habe ich in der äusseren Rinde einige Fälle beobachtet, die über das Wachsthum der Markstrahlen bei dieser Art näheren Aufschluss geben. Die deutlich in die sekundäre Rinde zu verfolgenden Markstrahlen sind durchschnittlich etwa 4 Zelllagen breit. Dieselben verlaufen aussen im Bogen, häufig auch S-förmig gekrümmt; ein Verhältniss, das sich durch radialen Druck von Aussen, hervorgebracht durch die hier vorhandenen festeren Theile, Epidermis und Collenchym, gar wohl erklären lässt. Nun kommt es aber auch vor, dass die Zellen eines Markstrahles nach aussen einen rücklaufenden Bogen, eine Art Glocke bilden, während die hierunter gelegenen, zarten Zellen der primären Rinde dicht am Collenchym platt zusammengedrückt sind. Es ist dies nicht anders als durch actives Wachsthum der Markstrahlen zu erklären, das man denselben nicht zuschreibt (Fig. 2). Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc.

Die Ausbildung des Blattstiels ist derart, dass bei den *Bombaceen* bereits im Allgemeinen auf dem Querschnitt ein ununterbrochener Holzring vorhanden ist, bei dem jedoch die Gefässe nur auf bestimmte Regionen beschränkt sind. Bei den übrigen ist der

Blattstiel von einzelnen Gefässbündeln durchzogen, die in das Grundgewebe eingebettet sind. Mit den letzteren will ich beginnen.

Die Zahl der Gefässbündel ist schwankend, selbst bei den nächst verwandten Arten derselben Gattung nicht konstant. So sind bei *Althaea officinalis* L. und *Malva alcea* L. je drei grössere Bündel vorhanden, zwischen welche regelmässig drei kleine interkalare, etwas weiter nach innen gerückt, eingelagert sind; bei *Althaea rosea* Cav. sind je 6, bei *Malva silvestris* L. 4 grosse und nur 2 kleine vorhanden, ebenso bei *Sphaeralcea umbellata*. *Sida paeoniflora* besitzt mehrere grosse, dazwischen kleinere und ganz kleine Bündel, während *Malvaviscus* spec. überhaupt nur 4 grosse aufweist. Bei *Goethea cuccinea* und *Ceiba erianthos* K. Sch. sind die abwechselnd grossen und kleinen Bündel bereits so weit genähert, dass sich zwischen ihnen immer nur eine oder wenige Zelllagen Grundparenchym befindet. Bei *Hibiscus tiliaceus* L. sowie *Abutilon inaequale* ist bereits ein völlig geschlossener Gefässring vorhanden, ebenso bei den meisten *Bombaceen*, unter denen *Adansonia* insofern noch lebhaft an diejenigen mit einzelnen Bündeln erinnert, als die Gefässe hier nur auf bestimmte kleine Gruppen beschränkt sind.

Complicirt gebaut ist der Blattstiel von *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. sowie *Durio zibethinus* L., denen Dumont noch *Coelostegia* hinzufügt. Im Blatt von *Bombax pubescens* finden sich, in ein grossmaschiges Grundgewebe eingebettet, mehrere grosse Gefässbündel von complicirter Zusammensetzung, die aber im Ganzen zu den collateralen gerechnet werden können. Nach aussen sind sie von einer nur wenig unterbrochenen Bastscheide umgeben, die das Leptom, das aus mehreren Abschnitten besteht, einschliesst und schützt. Das Leptom ist vom Hadrom wieder durch eine nicht unbedeutende Schicht mechanischen Gewebes getrennt, das selbst von einzelnen dunkelbraun gefärbten parenchymatischen Zellgruppen durchzogen wird. Im Inneren geht dann das Holzparenchym allmählich in das Grundgewebe über. Seitlich, etwas nach innen zu, liegt einem jeden dieser Bündel ein grosser Schleimgang an, der von denselben mässig dickwandigen, dunkelbraun bis gelb gefärbten Zellen umgeben ist, die sich im Inneren des Bündels vorfanden. Jeder Blattstielstrang ist hier also so gebaut, dass in ein braunes, derbwandiges Parenchym eingeschlossen ein complicirtes collaterales Bündel liegt, dem sich seitlich meist ein langer Schleimgang anlegt. *Durio* hat auf dem Querschnitt einen ununterbrochenen Holzring, der jedoch so schmal ist, dass die einzelnen Radialreihen nur aus 2 oder 3 Gefässen bestehen. Der Bastring, der aussen das Leptom umgiebt, ist fest, nur selten unterbrochen, innen sind die Gefässe vom Mark durch einige Lagen dickwandigen Parenchyms abgegrenzt.

Im Inneren des Marks liegt nun ein complicirtes Conglomerat von Leptom, Hadrom und Stereom, bei dem die Art der Anordnung nur undeutlich zu erkennen ist. Wir haben hier etwa 6 Bündel, die aber zum Theil mit einander verschmolzen sind, die einzelnen

Bündel sind concentrisch gebaut mit dem Leptom innen. Um ein paar, etwa 2 bis 6 Stereomzellen ist das Leptom kreis- oder ellipsenförmig angeordnet; dieses selbst ist von Hadrom und Stereom in der Weise umgeben, dass, der Peripherie des Stengels zu gelegen, der Bast etwa $^2/_3$ des Umfangs einnimmt, während innen die Gefässe liegen. Durch Verschmelzung der einzelnen Bündel wird das Ganze erst recht undeutlich und verwirrt, auch fehlen bei manchen die inneren Stereomzellen. Ein paar ganz kleine Bündel sind so zusammengesetzt, dass sich um ein paar Stereomzellen das Leptom im Kreise anordnet, dieser Kreis wird von einer mässig starkwandigen Scheide aus etwa 3 Zelllagen eingeschlossen, deren Zellen alle ungefähr gleich gross sind, das sind die nur kleinen Gefässe und der Bast. Dieser ganze Complex innerer Bündel liegt aber völlig von dem Holzring getrennt mitten im Mark, das aussen herum zahlreiche Schleimelemente zeigt. (Fig. 1.)

Während die Mestombündel der Blätter der meisten *Malvaceen* eine so regelmässige Ausbildung zeigen, dass Haberlandt in der „Physiologischen Pflanzenanatomie“ ein Bündel aus dem Blatte von *Malva silvestris* als Typus eines normalen Dicotylen-Gefässbündels abbilden konnte, zeigt besonders die Abtheilung der *Bombaceen* in der Ausbildung des Hauptnerven grosse Verschiedenheiten und einen Bau, der von dem gewöhnlichen oft bedeutend abweicht. Einen gewissen Uebergang von dem einfachen Bau zu diesem complicirten lassen einige Arten der übrigen Gruppen der Familie schon erkennen. Ich spreche hier vorläufig nur von dem Mittelnerven. Dieser springt nach unten stark im Bogen vor; die äusseren Elemente bestehen fast ausnahmslos aus stark verdicktem, weissglänzendem Collenchym, nach oben springt etwas abgestumpft dreieckig ein kleiner Collenchymbeleg vor. Das Mestombündel selbst liegt natürlich so, dass das Leptom der Unterseite, das Hadrom der Oberseite zugekehrt ist. Das Leptom ist stets von einer Bastscheide umgeben, während auf der Hadromseite starkwandiges Parenchym ebenso oft fehlt als es vorkommt. Die erste Abweichung von diesem typischen Bau finden wir bei *Hibiscus gravaefolius*, *Pavonia monatherica* Cas. und *intermedia*, bei denen der Bastbelag an den Seiten völlig um das Bündel herumgeht und sogar nach oben noch etwas um das Hadrom umgebogen ist. In einigen Fällen ist der Bastbeleg an den Seiten, also wo er am Hadrom entlang geht, nur sehr dünn, ja er kann hier ganz fehlen, so dass um das Bündel in normaler Weise unten eine wirkliche Stereomscheide herumgeht, oben aber zu beiden Seiten je eine Bastgruppe liegt. Ein Grund für diese Verstärkung des Bastes lässt sich nicht anführen, da die Blätter in ihren übrigen Theilen in nichts von ihren Verwandten abweichen, deren Hauptnerv nach dem gewöhnlichen Typus gebaut ist. Möglicher Weise ist diese Anordnung nur eine Reduktion der folgenden.

Bei *Kydia calycina* Roxb. und *Hibiscus tiliaceus* L. ist an das normale Gefässbündel, das sich allerdings etwas im Bogen nach unten wölbt, oben an jeder Seite ein unregelmässiges kleines gleichsam angeklebt, dessen Phloem nach aussen gelegen ist,

während die Gefässe in unregelmässiger Weise dem Centrum zugekehrt sind; aussen ist jedes dieser kleinen Bündel dann von einer Stereomscheide umgeben. Aehnlich ist das Verhalten bei *Thespesia macrophylla*; hier finden wir das grosse Bündel nach oben mit einer — in der Mitte am stärksten, an den Seiten schwächer werdenden — Stereomscheide geschützt, welche die beiden kleinen Bündel völlig davon trennt. Bei *Bombax crenulatum* K. Sch. und *Ceiba erianthos* K. Sch. ist das Ganze von einer einzigen Stereomscheide umgeben, die etwa in der Mitte einspringt und so das grosse Bündel von den kleinen, die hier fast vollkommen zu einem verschmolzen sind, trennt; mitten zwischen den Bündeln finden wir ein paar langgestreckte Schleimgänge, wie solche hier auch im Phloem selbst vorhanden sind. Wieder zwei obere kleinere Bündel, aber von dem grösseren völlig getrennt, treten uns bei *Bombax malabaricum* D. C. entgegen. (Fig. 3.) Die äussere Stereomscheide des sich nach unten wölbenden Bündels reicht zwar sehr weit herum, sie steht aber doch nicht in irgend welchem wirklichen Zusammenhang mit derjenigen, welche die beiden oben dicht neben einander gelegenen Bündel gemeinsam aussen umgibt; das grosse Bündel ist nach dem Centrum zu durch einige Lagen dickwandigen, dunkelbraun gefärbten Parenchyms abgeschlossen. Undeutlicher ist das Verhältniss bei *Eriodendron anfractuosum* D. C., wo das grosse Bündel wieder im Bogen vorgewölbt ist, in dessen Höhlung, von ihm durch braunes Parenchym getrennt, ein paar kleinere — oder eins, in das dieses Parenchym theilweise einspringt — eingelagert sind. Diese oberen Bündel bestehen vorzugsweise aus Leptom, in welchem echte Gefässe nur an einigen Stellen vorhanden sind. Das grosse Bündel hat einen eigenen Stereombeleg, die beiden kleinen einen gemeinsamen; in der Mitte finden sich wieder einige Schleimzellen. *Bombax erianthos* weist ein im Bogen gestelltes grosses Gefässbündel auf, an das sich beinah als direkte Fortsetzung an jeder Seite ein kleines anlegt; eine Stereomscheide umschliesst die gesammten Bündel gemeinsam, so dass also das Stereom etwa $^3/_4$ eines Kreisringes einnimmt und an seinen beiden Enden mit den Rändern nach innen umgeschlagen ist. Bei *Quararibea floribundus* K. Sch. befindet sich unter dem grossen Bündel ein unentwirrbares Durcheinander von Gefässen, meist zu kleineren Gruppen vereinigt, vielem Phloem und mässig starkwandigem, stark lichtbrechendem Holzparenchym. Aussen wird das Ganze von einer mehrfach unterbrochenen Stereomscheide umgeben. Bei *Ochroma lagopus* Sw. lagern sich in ein ähnlich complizirt gebautes Bündel in der Mitte auch noch ein paar Schleimzellen ein. Diesem sehr ähnlich ist *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc., bei dem das grosse Bündel selbst noch ein anderes Aussehen dadurch erhält, dass diejenigen parenchymatischen Elemente, welche das Leptom durchbrechen, stark braun gefärbt sind und bis weit in das Leptom hinein von Stereomelementen begleitet werden; hier kann man oben an jeder Seite noch gut zwei grosse, regelmässig gebaute Bündel erkennen, dazwischen

wird dann die weitere Bestimmung der Elemente unsicher. Auch hier ist in der Mitte wieder eine Brücke aus Parenchym mit einigen stark braun gefärbten Schleimzellen.

Am weitesten geht die Umbildung des Mittelnerven bei *Carolinea alba* Lodd. und *Durio zibethinus* L. Bei *Carolinea* ist derselbe viel mehr einem Stengel oder Blattstiel ähnlich als einem Blattnerven. Es findet sich hier ein fast geschlossener schmaler Hadromring, der nach unten — 4 bis 6 Gefässreihen breit — einen Bogen mit kleinem Radius, also stark gekrümmt, nach oben einen flachen Bogen mit grösserem Radius — 3 bis 4 Gefässreihen breit — bildet; die Gefässreihen nehmen also nach oben an Zahl allmählich ab. Aussen um das Leptom herum findet sich ein vollkommener Bastring, innen schliesst das Hadrom mit allmählich schwächer werdenden Parenchymelementen ab. Das Innere des Nerven — und zwar der weitaus grösste Theil — wird von einem dem Mark des Blattstiels völlig gleichartigen Gewebe ausgefüllt, in welchem wie dort einige Zellen schleimartig quellen. Bei *Durio* haben wir genau dieses selbe Verhältniss, es kommt hier noch in der Mitte ein collaterales Bündel hinzu, das einen grossen Theil des Markes ausfüllt; die Lage desselben ist normal. Diese Umbildung des Hauptnerven findet sich in all diesen Fällen durch den grössten Theil des Blattes hindurch; ganz oben geht dann der Bau ziemlich schnell in ein gewöhnliches collaterales Bündel über. Durch die Vermehrung der leitenden Elemente im Hauptnerv wird der Stoffverkehr bedeutend erleichtert; besonders findet sich diese Einrichtung da, wo grosse Schleimmassen die osmotischen Vorgänge stark zu hindern im Stande sind.

Die Mestombündel in den kleineren Nerven sind collateral gebaut; hier kann es sich nur um die Art ihrer Einbettung handeln, ob sie mit einem Bastbelag versehen, mit I-förmigen Trägern aus Bast oder Nervenparenchym an die Epidermis stossen, oder ob sie einfach in das Mesophyll eingebettet sind. Es lässt sich das Vorkommen resp. Fehlen von Bast auf den kleineren Nerven durch die einzelnen systematischen Abtheilungen der Familie hindurch erkennen und verfolgen. Bei den *Malveen* fehlt den kleineren Nerven ein Bastbeleg; bei den von mir untersuchten Arten machen nur *Kydia calycina* Roxb. und *Hoheria populnea* A. Cunn. eine Ausnahme, indem über den kleineren Nerven je ein paar Bastzellen zur Festigung vorhanden sind. Im Uebrigen ist es nicht constant, ob die Bündel einfach in das Mesophyll eingebettet sind, oder ob dieselben mit meist zartwandigem Nervenparenchym an die Epidermis stossen. Bei den *Ureneen* und *Hibisceen* dagegen sind die Mestombündel stets durch einen Bastbeleg geschützt, der bei den ersteren ohne jegliche Ausnahme vorhanden ist, zum Theil aber auf wenige Zellen reduzirt sein kann, während die Bündel ohne Ausnahme eingebettet sind; bei den letzteren besitzen die Nerven von *Senra incana* Cav., *Hibiscus diversifolius* Jacq. und *Gossypium herbaceum* L. keinen Bast; bei den *Hibiscus*-Arten besonders sind auch stets nur wenige Bastzellen vorhanden. Die *Bombaceen* besitzen ebenfalls an den

Mestombündeln starke Bastbelege, und zwar sichelförmig oben und unten. Er fehlt hier nur bei den äusserst dünnen und zarten Blättern von *Adansonia* und *Ochroma*. Im Allgemeinen sind hier auch durchgehende Träger vorhanden, häufig aus Bast, diese sind dann immer von einer braungefärbten, vor allem chlorophyllosen, Parenchymscheide eingeschlossen. Schon bei Besprechung der mechanischen Festigung habe ich erwähnt, dass diese Bastzellen über den kleineren Nerven eine ganz ausserordentliche Grösse erreichen können, so besonders bei *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc.

5. Sekretionsorgane und Excretbehälter.

Auf die der Epidermis eingefügten Drüsen als Sekretionsorgane will ich hier nicht näher eingehen; den Bau derselben habe ich bei Besprechung der Epidermis und Trichome schon vorweg genommen. Ueber ihre physiologische Bedeutung im Besonderen für unsere Familie kann ich keine neuen Aufschlüsse geben. Innere Drüsen kommen nicht vor.

Die Familie der *Malvaceen* ist reich an Schleim; es ist kein Organ vorhanden, das nicht wenigstens bei einigen Gattungen Schleim enthielte. Ueber die Entwicklung der Schleimbehälter, auch bei der Familie der *Malvaceen*, liegen bereits umfassende Untersuchungen vor, besonders von Van Tieghem, B. Frank, Trécul, Gerard und Tschirch, auf die ich hier verweise. Die Entwicklung der Schleimbehälter, sowie ihr Vorkommen oder Fehlen in Stamm und Blattstiel ist übrigens von Dumont mit dankenswerther Vollständigkeit aufgezeichnet. Man ist darüber einig, dass der Schleim der *Malvaceen* dadurch entsteht, dass die Zellwände verschleimen. Ich habe eingehendere entwicklungsgeschichtliche Nachuntersuchungen nicht vorgenommen, aber ich bin auf Grund der vielfachen verschiedenen Stadien der Verschleimung, die ich beobachten konnte, niemals zu dem Resultat gelangt, dass die Verschleimung anders als durch Verschleimung der Wand vor sich gehe. Dumont gibt für die im Innern der *Gossypium*-Blätter enthaltenen Schleimbehälter schizogene Entstehungsweise an.

An den jungen Schleimzellen ist eine Schichtung der Wände deutlich wahrzunehmen. Durch Zusammenfliessen mehrerer verschleimter einzelner Zellen, wobei die Wände derselben intakt bleiben oder aufgelöst werden können, werden förmliche Schleimgänge und -Taschen gebildet, wie wir sie am Stengel z. B. so häufig in Rinde und Mark finden. Ihre Häufigkeit nimmt mit dem Alter zu. Bei *Pavonia*-Arten verschleimt das Mark sehr stark; bei *Pavonia monatherica* Cas. wird das centrale Mark als Zellkomplex völlig aufgelöst und in Schleim umgewandelt, bei *Pavonia intermedia* und *propinqua* Gke. werden längere Schleimgänge, die nicht mit einander in Verbindung stehen, gebildet. Häufig findet sich der Schleim nur im peripherischen Mark. In der Rinde tritt Schleim zuerst in der primären auf; meist dicht unter dem Collenchym beginnend, greift er oft auch dieses noch

selbst an. Als Beispiele dafür mögen unsere einheimischen *Malvaceen* gelten. Es kommt auch vor, dass sich in Mark und Rinde so viel Schleim vorfindet, dass das ursprüngliche Gewebe nur noch als schmale Verbindungsreihen und Brücken zwischen den grossen Schleimbehältern hindurchgeht. Besonders dadurch ausgezeichnet sind *Ochroma lagopus* Sw., *Bombax malabarium* D. C. und *Paschira aquatica*. Nicht ganz so weit geht die Verschleimung bei *Senra incana* Cav. und *Ceiba Riviera* K. Sch. Sind Mark und Rinde braun gefärbt, so nehmen besonders die schleimhaltigen Elemente viel von dem Farbstoff auf, so dass sie im Allgemeinen viel intensiver gefärbt sind als die Umgebung. Es kommt häufig vor, dass durch die durchscheinenden dunkelbraunen Schleimtaschen der krautige Stengel und das Blatt gefleckt erscheinen, wie bei mehreren *Gossypium*-Arten. Diese besonders dunkle Färbung des Schleims lässt sich z. B. bei *Pavonia monatherica* Cas., *Hibiscus setosus* u. *gravaefolius*, sowie *Gossypium barbadense* L. leicht bemerken, ganz ausserordentlich auffallend ist dies Verhalten bei *Thespesia macrophylla*.

Im Blattstiel findet sich der Schleim gleicherweise im Mark und ausserhalb der Bündel zwischen Collenchym und Bast; im Blatt vor allem auf den Nerven.

Ausser in der stark quellbaren Epidermis finden wir im Blatte Schleim, wenn überhaupt besondere Behälter dafür vorhanden sind, auf der Unterseite der grösseren Nerven, häufig in langgestreckten Gängen. Fast ausnahmslos finden sich in den Mittelnerven Schleimgänge, in den kleineren seltener. Die Blätter von *Hibiscus diversifolius* Jacq., *Plagianthus spicatus* Bth. und *Sida acuta* Burm. quellen sehr stark, hier kommen auch im Innern noch einzelne besonders quellbare Elemente vor. Bei dem grössten Theil unserer einheimischen *Malvaceen* sind im Blatte besondere Schleimbehälter nicht wahrnehmbar, obwohl so viel Schleim vorhanden ist, dass derselbe beim Anschneiden überall hervorquillt; *Lavatera arborea* L. zeigt auf dem Mittelnerven deutliche Schleimgänge.

Der Ueberfluss an Schleim wird im Allgemeinen dadurch beseitigt, dass besonders auf der Unterseite der Nerven an einzelnen Stellen der Schleim wurstförmig herausquillt und als erhärtete gelbliche oder bräunliche Masse daran haften bleibt. Bei *Bombax malabaricum* D. C. z. B. ist die ganze Unterseite der grösseren Nerven von solchen Schleimablagerungen bedeckt, die schon mit blossem Auge sehr deutlich als gelbliche Klumpen zu erkennen sind.

Bei denjenigen Blättern, deren Mittelnerven complizirt gebaut sind, finden wir besonders viel Schleim. Hier ist derselbe nicht nur auf den peripherischen Theil beschränkt, sondern tritt auch in die leitenden Elemente, wobei zuerst das Leptom angegriffen wird. Dieses verschleimt nicht selbst, aber die benachbarten Elemente quellen so stark an, dass das zarte Gewebe zusammengedrängt und zerrissen wird.

Nicht konstant ist das Vorkommen von Schleimbehältern im Mesophyll. Hier finden sich solche bei *Althaea rosea* Cav., den meisten *Gossypium*- und *Quararibea*-Arten, *Sidalcea neomexicana*

Gray. und *Thespesia populnea* Corr. Besonders diese inneren Schleimbehälter sind dunkelbraun gefärbt, so dass dadurch das Blatt von der Fläche aus gefleckt erscheint, wie bei *Gossypium vitifolium* Lam., *drynaricides* und *herbaceum* L.

Der Besprechung der Krystallbehälter will ich vorausschicken, dass ich bei der Familie niemals Raphiden aus oxalsaurem Kalk bemerkt habe. In den Zellwänden kommen Krystalleinschlüsse nicht vor; die Epidermiszellen des Stammes führen solche ebenfalls nicht. Im Uebrigen sind fast ausnahmslos Krystalleinschlüsse vorhanden, meist Drusen, seltener Einzelkrystalle. Wie so häufig, treten auch hier im Stengel Krystalleinschlüsse zuerst in den Parenchymzellen dicht am Bast auf. Im Uebrigen ist das Vorkommen sehr verschieden, wir finden z. B. häufig im Mark viel Krystalle, in der Rinde wenig und umgekehrt. Es kann die Krystallausbildung so weit gehen, dass Mark und Rinde förmlich mit Krystallen vollgepfropft sind, und auch die Markstrahlen eine beträchtliche Menge derselben führen. Bei *Hoheria populnea* A. Cunn. enthält fast jede einzelne Zelle des peripherischen Marks einen grossen Einzelkrystall, ebenso der grösste Theil der Markstrahlzellen, die Rinde nur in den Zellen, die dem Bast zunächst liegen; bei *Pavonia propinqua* Gke. finden wir ebensoviel Drusen, hier ist auch die Rinde ganz davon erfüllt. Einzelkrystalle und Drusen wechseln ab bei *Matisia cordata* H. u. B., wo im Mark erstere häufig, letztere nur selten sind, während die Markstrahlen nur Einzelkrystalle und die Rindenzellen beide in gleicher Anzahl enthalten. Im Allgemeinen finden wir in den Markstrahlen vorwiegend Einzelkrystalle, als Ausnahmen auch Drusen, z. B. bei *Lavatera-* und *Hibiscus*-Arten. In der Rinde von *Bombax cyathophorum* K. Sch. ist die Krystallanhäufung auf einzelne Abschnitte beschränkt, so dass an einzelnen Stellen ganze Nester von Drusen vorhanden sind, während sie an andern fast fehlen. Bei manchen, z. B. *Hibiscus tiliaceus* L. und *liliiflorus* Cav. sind Drusen in der Rinde im Allgemeinen selten; die den Bast durchdringenden sekundären Markstrahlen aber haben ganz ausserordentlich viel derselben, so dass sie unter dem Mikroskop förmlich als schwarze Gänge erscheinen. In der Epidermis des Stengels habe ich nie Krystalleinschlüsse nachweisen können; auch in der äussersten Rinde, ausserhalb des Collenchyms, sind dieselben nur selten; sie finden sich hier bei *Hibiscus splendens*, *Malope stipulacea* Cav. und einigen andern *Malveen*.

Im Blatt treten Krystalleinschlüsse zuerst in den Nerven auf und zwar auf dem Mittelnerv zuerst in denjenigen Zellen, welche das Leptom markstrahlenartig durchbrechen. Im Uebrigen finden sich Krystalle besonders häufig direkt unter der Epidermis, so dass man sie am sichersten auf Flächenschnitten auffindet; die Schnitte dürfen jedoch nicht zu dünn sein, da die Zellen unter der Epidermis, welche Krystalle einschliessen, meist ebenso lang sind wie die Pallisadenzellen, und die Krystalle in denselben möglichst weit von der Epidermis entfernt liegen. Auf der Oberseite finden sich Krystalleinschlüsse häufiger als auf der Unterseite. Oft sind auch

die grösseren Krystallgebilde in Schleim eingeschlossen, so dass man bei getrocknetem Material unter dem Mikroskop nicht recht weiss, ob man hier getrockneten Schleim vor sich hat oder unregelmässige Krystallformen. Bei Zusatz von Salzsäure lösen sich dann die Krystalle langsam, und der Schleim bleibt zurück. Auf den Nerven finden sich fast nur Drusen, im Blatte selbst finden sich Einzelkrystalle ebenso häufig. So wechseln z. B. bei *Kydia calycina* Roxb., *Pavonia intermedia*, *Malvaviscus* spec. und *Goethea cuccinea* beide fast regelmässig ab, bei *Malvaviscus Drummondii* überwiegen Einzelkrystalle; nur solche finden sich in der dritten, innersten Epidermisschicht von *Durio zibethinus* L., nur Drusen bei *Malvastrum tridactylites* Gk., *Hibiscus tiliaceus* L., *Gossypium herbaceum* L., *Ochroma lagopus* Sw.

Die Menge dieser Krystalleinschlüsse ist auch für nahe verwandte Gattungen und Arten sehr verschieden. Ich greife als Beispiel die Gattung *Hibiscus* L. heraus. Im Blatte zerstreut, besonders in dem Schwammgewebe in unmittelbarer Nähe der Nerven, liegen Drusen bei *Hibiscus diversifolius* Jacq., *setosus*, *cannabinus* L., *Pinonianus*, *gravaefolius*, *micranthela* Cav.; ausserdem noch besonders häufig unter der Epidermis der Oberseite bei *Hibiscus tiliaceus* L. Ganz ausserordentlich gross sind diese bei *Hib. moscheutos* L. Das ganze Blatt ist angefüllt mit Krystallen, so dass auch die Epidermis in den meisten Zellen solche enthält, bei *Hibiscus splendens* und *liliiflorus* Cav. Aehnlich wechelt das Verhältniss auch bei andern Gattungen. Besonders grosse Krystalleinschlüsse unter der Epidermis weisen — wie eben erwähnt *Hibiscus moscheutos* L. — und ausserdem *Matisia cordata* H. u. B. und *Abutilon inaequale* auf, bei letzterem sind die Drusen so gross, dass sie zwei Drittel der Breite des zarten Blattes einnehmen.

Ich muss hier noch einen krystallähnlichen Einschluss in Epidermiszellen erwähnen, den ich bei *Goethea cuccinea* beobachtet habe. Besonders in der Epidermis der Oberseite, nicht so häufig in derjenigen der Unterseite, liegen in inselartig zerstreuten Zellen zahlreiche raphidenähnliche Bündel, Nadeln, auch gebogen an die Wandungen angelegt und schleifenförmig. An manchen Stellen des Blattes finden sich dieselben überaus häufig in allen Zellen, während sie an anderen Stellen gänzlich fehlen. Sie sind besonders von der Fläche zu sehen, wo sie in dichten Massen vor dem Auge liegen, doch findet man dieselben, nachdem man sie von der Fläche einmal bemerkt hat, auch leicht auf dem Querschnitt im Lumen der Epidermiszellen. Beim ersten Anblick war ich sehr geneigt, diese Gebilde für Eiweisskrystalloide zu halten, wie sie von Mikosch*), Molisch und Chmielewsky beschrieben sind, da sie in ihren Formen und besonders auch in ihrem Vorkommen „inselartig zerstreut“ diesen völlig gleichen. Doch sind sie in den Reaktionen davon gänzlich verschieden. Sie sind überhaupt nur

*) Mikosch. Ueber das Vorkommen von geformtem Eiweiss. Berichte der deutschen botan. Gesellsch. 1890. Heft 1. Die beiden andern ebenda erwähnt.

ausgezeichnet durch negative Charaktere. In Alkohol lösen sie sich nicht, nicht in concentrirter und kochender Salzsäure, nicht in concentrirter und kochender Schwefelsäure, ebenso nicht in Kalilauge. Sie färben sich weder mit Jod noch mit Pikrokarmin. Gegen frisches Millon'sches Reagens sind sie indifferent. Eine genauere chemische Untersuchung dieser so konstanten Gebilde behalte ich mir noch vor.

Fassen wir die in vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse zum Zweck einer Gruppirung nach anatomischen Merkmalen zusammen, so erhalten wir folgendes Resultat:

Allen untersuchten Arten gemeinsam sind: Kleine, meist braune Köpfchenhaare, starke Baststränge in der Rinde, vor allem aber Schleim in Rinde und Mark, sowie in der Epidermis der Oberseite der Laubblätter. Die Blätter sind bilateral gebaut und enthalten nur auf ihrer Oberseite Pallisaden. Sehr häufig sind Krystalleinschlüsse, und zwar Drusen und Einzelkrystalle. Raphiden fehlen.

Eine in sich abgeschlossene Abtheilung bilden die *Bombaceen*. Diesen fehlen die Stern- oder Büschelhaare (Ausnahmen: *Bombax pubescens* Mart. u. Zucc. und *Ochroma lagopus* Sw.), während dieselben für die andern Abtheilungen mit wenigen Ausnahmen typisch sind. Das Holz ist im Allgemeinen wenig gefestigt und enthält meist grosse Gefässe. Die Rinde ist im Verhältniss zum Stamm mächtig entwickelt und enthält viel Steinzellen (von beiden Angaben Ausnahme *Bombax malabaricum* D. C., welches dagegen markständige Bastbündel besitzt). Rinde und Mark enthalten viel Schleim und sind häufig dunkelbraun gefärbt. Im Blattstiel ist ein geschlossener Holzring ausgebildet, ausserdem häufig noch innere Bündel. Die Blätter sind derb, Cuticula stark, der Mittelnerv häufig complizirt gebaut. Die Gefässbündel der Nerven stossen stets mit durchgehenden I-förmigen Bastträgern an die Epidermis; dieselben sind stets von einer — häufig braun gefärbten — Parenchymscheide umschlossen (Ausn. *Adansonia* L.). Fast ausnahmslos finden sich Schleimgänge auf der Unterseite der grösseren Nerven, dieselben sind häufig braun gefärbt. Spaltöffnungen sind nur auf der Unterseite der Laubblätter vorhanden.

Alle diese Charaktere, die den *Bombaceen* gemeinsam zukommen, (Steinzellen finden sich nur bei diesen) unterscheiden sie so wesentlich von den übrigen *Malvaceen*, dass es wohl rathsam ist, die *Bombaceen* als besondere Familie den *Malvaceen* gegenüber zu stellen.

Eine weitere Eintheilung in Gattungen u. s. w. ist nach den anatomischen Merkmalen nicht durchzuführen. Dumont gibt zwar eine solche, dieselbe ist jedoch nach meinen Untersuchungen nicht aufrecht zu erhalten, da die als Eintheilungsprinzip gewählten Merkmale durchaus nicht typisch sind, zum Theil sogar innerhalb der Gattung, ja selbst bei derselben Art variiren — wohl in Folge Anpassung an Klima und Standort, sowie verschiedener Ausbildung der Gewebe in verschieden günstigen Jahren. So ist z. B. die

Zahl der in einem Jahre angelegten Bastbündel in der Rinde nicht einmal in verschiedenen Exemplaren derselben Art gleich, besonders wenn dieselben verschiedenen Standorten entnommen sind. Ebenso variirt die Häufigkeit der Krystalle sehr. Ein von mir untersuchter Stengel von *Althaea officinalis* L. vom Altai enthielt etwa doppelt so viel Krystalle als ein solcher aus dem hiesigen Botanischen Garten. Das Vorkommen und Fehlen der Haare und verschiedener Formen derselben ist durchaus nicht so gleichmässig, als Herr Dumont angibt. Die Theilung der Epidermiszellen ist, wie ich nachgewiesen habe, oft nur eine scheinbare und auf besondere Quellung der Innenwand zurückzuführen u. s. w. Ueberhaupt lassen sich ganz besonders in unserer Familie die Merkmale einer Art nicht leicht verallgemeinern. Auch die sonst für eine anatomische Gruppirung benutzten Merkmale geben hier keine Abgrenzung, da sie bei den verschiedenen Gattungen und Arten in verschiedener Weise auftreten. Wenn die Abtheilung der *Ureneen* an den Laubblättern nur an der Unterseite Spaltöffnungen und stets eingebettete Blattnerven mit ziemlich starkem, sichelförmigem Bastbeleg besitzt, so sind dies doch keine typischen Merkmale den andern gegenüber, da es auch bei diesen vorkommen kann und andere Merkmale andere Eintheilung bedingen würden. Ebenso wenig bieten Vorkommen von Krystalleinschlüssen, Färbung der Rinde, Auftreten des Schleims u. s w. konstante Eintheilungsmerkmale. Alle diese Einzelheiten, die bei den *Bombaceen* doch wenigstens einheitlich auftreten und deren Abgrenzung bedingen, geben keinen Anhaltspunkt für eine weitere Gruppirung der *Malvaceen* nach anatomischen Merkmalen.

Die Untersuchungen zu vorstehender Arbeit wurden in den Monaten November 1889 bis Mai 1890 im Kgl. Botanischen Institut der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin unter Leitung des Herrn Professors Schwendener ausgeführt. Es ist mir ein Bedürfniss, diesem meinem hochverehrten Lehrer für die Anregung und freundlich gewährten Rathschläge und Belehrungen auch an dieser Stelle meinen ehrerbietigen Dank auszusprechen.

Vita.

Natus sum Georgius Carolus Julius Kuntze, Berolinensis, die XVII mensis Martii anni huius saeculi LXVI, patre Carolo, matre Emilia e gente Heinrich, quos adhuc superstites grato animo veneror. Fidei adductus sum evangelicae.

Postquam per undecim annos scholam Berolinensem realgymnasium Koenigstadtianum quod directore clarissimo Wenzlaff, postea O. Vogel florebat, frequentavi, testimonium maturitatis accepi anno huius saeculi LXXXV et ordini philosophorum Universitatis Litterariae Fridericae-Guilelmae Berolinensis adscriptus sum, ubi per decem semestria studio rerum naturalium incubui. Ab die I mensis Aprilis d. h. s. LXXXVI usque ad diem ultimum mensis Martii anni sequentis officio militari functus sum.

Praeceptores academici mihi fuerunt viri doctissimi et illustrisimi: Ascherson, de Bezold, Deussen, du Bois-Reymond, Ebbinghaus, Eichler (†), Engler, Freund, Fritsch, de Gizycki, Hartmann, Hertwig, Jessen (†), Krabbe, Magnus Paulsen, F. E. Schulze, Schwendener, Sell, Simmel, Tiemann, de Treitscke, Volkens, Zeller quibus viris, optime de me meritis, imprimis autem viro praeclarissimo Schwendener gratias ago quam maximas.

Thesen.

I.

Bast und Sklerenchym sind als verschiedene Gewebe zu betrachten; es ist unstatthaft, beide mit letzterem Namen zu bezeichnen.

II.

Die Verkorkung hindert nicht nothwendig die Peridermzellen am weiteren Wachsthum.

III.

Die Sachs- de Vries'sche Lehre von den Ursachen der Jahrringbildung ist nicht mehr aufrecht zu erhalten.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Querschnitt des Blattstiels von *Durio zibethinus* L. innerhalb des geschlossenen Holzringes, welcher nur an der rechten Seite gezeichnet ist. Das Leptom ist schraffirt.
Fig. 2. Querschnitt durch die Rindenpartie des Stengels von *Althaea rosea* Cav. mit den durch aktives Wachstum verbogenen Markstrahlen. Das Leptom ist schraffirt, die Bastbündel schärfer kanturirt.
Fig. 3. Querschnitt durch den Mittelnerven des Blattes von *Bombax malabaricum* D. C. mit drei getrennten Bündeln. Das Collenchym ist schraffirt, die Schleimtaschen gleichmässig dunkel, die Bastbündel schärfer konturirt.
Fig. 4. Oberseite des Blattes von *Kydia calycina* Roxb. mit zwei Schleimzellen und einem Borstenhaar.
Fig. 5. Sternhaar auf einer Emergenz vom Mittelnerven des Blattes von *Malvastrum asperrimum* Gke.
Fig. 6. Sternhaar vom Blatt von *Malvastrum bryonifolium.* Gray.
Fig. 7. Gekammertes Sternhaar von *Malachra radiata* L.
Fig. 8. Drüsenhaare vom Blatt von *Malvastrum capense.* Gray.
Fig. 9. Trichom vom Blattstiel von *Adansonia digitata* L.